



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LOS
LABORATORIOS DE RESISTENCIA DE MATERIALES,
METALOGRAFÍA, ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS Y
TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LA FACULTAD DE
MECÁNICA”**

PEÑAFIEL PILCO CARLOS ALBERTO

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2013-04-24

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

CARLOS ALBERTO PEÑAFIEL PILCO

Titulada:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DE RESISTENCIA DE
MATERIALES, METALOGRAFÍA, ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS Y
TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Ing. Marco Santillán G.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Edwin Cuadrado
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Raúl Cabrera
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: CARLOS ALBERTO PEÑAFIEL PILCO

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DE RESISTENCIA DE MATERIALES, METALOGRAFÍA, ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS Y TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

Fecha de Examinación: 2014-01-10

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán G. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Edwin Cuadrado DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Raúl Cabrera ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marco Santillán G.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Carlos Alberto Peñafiel Pilco

DEDICATORIA

El esfuerzo del presente trabajo se lo dedico a Dios, a mis padres, hermana y a toda mi familia, quienes con su apoyo incondicional son la fuente de inspiración para la consecución de mis metas y objetivos. A mis padres por brindarme los recursos necesarios, consejos, enseñanzas y amor. A mi hermana por estar siempre presente en las diferentes etapas de mi vida apoyándome y cuidándome.

Carlos Peñafiel Pilco

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica, por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y ser una persona útil a la sociedad.

En especial para mis padres, Julio y Mercedes por ser el pilar fundamental que me sostiene, ya que gracias a ustedes cada día tiene sentido. A mi hermana Lorena quien ha sido testigo de mis luchas cotidianas en busca de un mejor futuro.

Carlos Peñafiel Pilco

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación.....	1
1.2.1 <i>Justificación técnica.</i>	1
1.2.2 <i>Justificación económica.</i>	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 <i>Objetivo general.</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Tipos de laboratorios	3
2.1.1 <i>Laboratorio de Resistencia de Materiales.</i>	3
2.1.2 <i>Laboratorio de Metalografía.</i>	5
2.1.3 <i>Laboratorio de Tratamientos Térmicos</i>	8
2.1.4 <i>Laboratorio de Ensayos No Destructivos.</i>	10
2.2 Diseño de instalaciones en laboratorios	11
2.2.1 <i>Consideraciones generales.</i>	11
2.2.2 <i>Iluminación en laboratorios.</i>	12
2.2.3 <i>Instalaciones eléctricas.</i>	12
2.2.4 <i>Seguridad en el laboratorio.</i>	13
2.3 Mantenimiento en laboratorios.....	18
2.3.1 <i>Tareas de mantenimiento</i>	18
2.3.2 <i>Materiales básicos para el mantenimiento</i>	20
2.3.3 <i>Herramientas básicas para el mantenimiento</i>	23
2.3.4 <i>Equipos para el mantenimiento</i>	27
2.4 Marco conceptual del mantenimiento	30
2.4.1 <i>Importancia del mantenimiento</i>	30
2.4.2 <i>Concepto de mantenimiento</i>	30
2.4.3 <i>Principios básicos del mantenimiento.</i>	30
2.4.4 <i>Mantenimiento correctivo.</i>	31
2.4.5 <i>Mantenimiento preventivo.</i>	32
2.5 Gestión del mantenimiento	33
2.5.1 <i>Inventarios de equipos.</i>	33
2.5.2 <i>Gestión de los equipos.</i>	33
2.5.3 <i>Documentos técnicos</i>	34
2.5.4 <i>Fichero interno.</i>	35
2.5.5 <i>Fichero histórico de la máquina o equipo</i>	35
2.5.6 <i>Planeación y programación del mantenimiento.</i>	35
2.6 Diseño de la investigación	37
2.6.1 <i>Fuente de datos primarios.</i>	37
2.6.2 <i>Fuente de datos secundarios.</i>	37
3. CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIOS	
3.1 Diagnóstico del laboratorio de Resistencia de Materiales	41
3.1.1 <i>Tipo de equipamiento y agrupamiento.</i>	42
3.1.2 <i>Nivel de riesgo.</i>	42
3.1.3 <i>Grado de obsolescencia.</i>	43
3.1.4 <i>Requisito histórico de mantenimiento.</i>	43
3.1.5 <i>Estado de conservación y funcionamiento</i>	44
3.1.6 <i>Nivel de prioridad del laboratorio de Resistencia de Materiales.</i>	44
3.2 Diagnóstico del laboratorio de Tratamientos Térmicos.....	45
3.2.1 <i>Tipo de equipamiento y agrupamiento.</i>	45
3.2.2 <i>Nivel de riesgo.</i>	46
3.2.3 <i>Grado de obsolescencia.</i>	46
3.2.4 <i>Requisito histórico de mantenimiento.</i>	47
3.2.5 <i>Estado de conservación y funcionamiento</i>	47

3.2.6	<i>Nivel de prioridad del laboratorio de Tratamientos Térmicos</i>	48
3.3	Diagnóstico del laboratorio de Ensayos No Destructivos.....	48
3.3.1	<i>Tipo de equipamiento y agrupamiento</i>	49
3.3.2	<i>Nivel de riesgo</i>	49
3.3.3	<i>Grado de obsolescencia</i>	50
3.3.4	<i>Requisito histórico de mantenimiento</i>	50
3.3.5	<i>Estado de conservación y funcionamiento</i>	51
3.3.6	<i>Nivel de prioridad del laboratorio de Ensayos No Destructivos</i>	51
3.4	Diagnóstico del laboratorio de Metalografía.....	52
3.4.1	<i>Tipo de equipamiento y agrupamiento</i>	53
3.4.2	<i>Nivel de riesgo</i>	53
3.4.3	<i>Grado de obsolescencia</i>	55
3.4.4	<i>Requisito histórico de mantenimiento</i>	56
3.4.5	<i>Estado de conservación y funcionamiento</i>	57
3.4.6	<i>Nivel de prioridad del laboratorio de Metalografía</i>	58
4.	ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS	
4.1	Sistemas de codificación.....	60
4.1.1	<i>Codificación de equipos, máquinas e instrumentos</i>	61
4.1.2	<i>Codificación de las tareas de mantenimiento</i>	61
4.2	Elaboración de fichas.....	62
4.2.1	<i>Ficha de componentes principales</i>	63
4.2.2	<i>Ficha de diagrama de procesos</i>	64
4.2.3	<i>Ficha de accesorios</i>	65
4.2.4	<i>Ficha de designación de tareas de mantenimiento</i>	66
4.2.5	<i>Ficha de tarea de mantenimiento</i>	67
4.2.6	<i>Fichas auxiliares de mantenimiento</i>	68
4.2.7	<i>Ficha de registro</i>	69
4.2.8	<i>Ficha de herramientas</i>	70
4.2.9	<i>Ficha de historial de averías</i>	71
4.2.10	<i>Ficha de repuestos usados en reparaciones</i> ..	72
4.2.11	<i>Fichas adicionales</i>	73
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1	Conclusiones	77
5.2	Recomendaciones	78

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Calificación para diagnóstico de equipos.....	40
2	Nivel de prioridad y frecuencia de atención a equipos.....	41
3	Inventario máquinas y equipos - Laboratorio de Resistencia de Materiales.....	41
4	Agrupamiento del equipamiento - Laboratorio de Resistencia de Materiales.....	42
5	Nivel de riesgo del equipamiento- Laboratorio de Resistencia de Materiales.....	42
6	Años de vida del equipamiento - Laboratorio de Resistencia de Materiales.....	43
7	Mantenimiento a equipamiento - Laboratorio de Resistencia de Materiales.....	43
8	Estado de conservación y funcionamiento del equipamiento - Laboratorio de Resistencia de Materiales.....	44
9	Nivel de prioridad - Laboratorio de Resistencia de Materiales.....	44
10	Inventario máquinas y equipos - Laboratorio de Tratamientos Térmicos.....	45
11	Agrupamiento del equipamiento - Laboratorio de Tratamientos Térmicos.....	45
12	Nivel de riesgo del equipamiento- Laboratorio de Tratamientos Térmicos.....	46
13	Años de vida del equipamiento - Laboratorio de Tratamientos Térmicos.....	46
14	Mantenimiento a equipamiento - Laboratorio de Tratamientos Térmicos.....	47
15	Estado de conservación y funcionamiento del equipamiento - Laboratorio de Tratamientos Térmicos.....	47
16	Nivel de prioridad -Laboratorio de Tratamientos Térmicos.....	48
17	Inventario máquinas y equipos - Laboratorio de Ensayos No Destructivos.....	48
18	Agrupamiento del equipamiento - Laboratorio de Ensayos No Destructivos.....	49
19	Nivel de riesgo del equipamiento- Laboratorio de Ensayos No Destructivos.....	49
20	Años de vida del equipamiento - Laboratorio de Ensayos No Destructivos.....	50
21	Mantenimiento a equipamiento - Laboratorio de Ensayos No Destructivos.....	50
22	Estado de conservación y funcionamiento del equipamiento - Laboratorio de Ensayos No Destructivos.....	51
23	Nivel de prioridad -Laboratorio de Ensayos No Destructivos.....	51
24	Inventario máquinas y equipos - Laboratorio de Metalografía.....	52
25	Agrupamiento del equipamiento - Laboratorio de Metalografía.....	53
26	Nivel de riesgo del equipamiento- Laboratorio de Metalografía.....	54
27	Años de vida del equipamiento - Laboratorio de Metalografía.....	55
28	Mantenimiento a equipamiento - Laboratorio de Metalografía.....	56
29	Estado de conservación y funcionamiento del equipamiento - Laboratorio de Metalografía.....	57
30	Nivel de prioridad -Laboratorio de Metalografía.....	58

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Máquina Universal.....	4
2	Péndulo Charpy.....	4
3	Máquina de torsión.....	5
4	Cortadora de disco.....	6
5	Microdurómetro.....	6
6	Microscopio metalográfico.....	7
7	Probador de dureza Brinell - Rockwell - Vickers.....	7
8	Montador de probetas.....	8
9	Máquina pulidora.....	8
10	Máquina para el ensayo Jominy.....	9
11	Horno.....	9
12	Rectificador para galvanoplastia.....	10
13	Equipo de magnetización por puntas.....	10
14	Equipo de ultrasonido.....	11
15	Riesgo mecánico.....	13
16	Riesgo eléctrico.....	15
17	Riesgo químico.....	16
18	Pera de goma.....	23
19	Bomba de engrase.....	24
20	Aceitero.....	25
21	Guantes aislantes de la electricidad.....	25
22	Caja de herramientas.....	26
23	Martillo de goma.....	26
24	Extractor mecánico.....	27
25	Aspiradora.....	28
26	Multímetro.....	28
27	Pirómetro.....	29
28	Medidor de vibraciones.....	29
29	Clasificación de equipos.....	34
30	Criterio para la elaboración de fichas.....	62
31	Ficha de componentes principales.....	63
32	Ficha de diagrama de procesos.....	64
33	Ficha de accesorios.....	65
34	Ficha de designación de tareas de mantenimiento.....	66
35	Ficha de tarea de mantenimiento.....	67
36	Fichas auxiliares de mantenimiento.....	68
37	Ficha de registro.....	69
38	Ficha de herramientas.....	70
39	Ficha de historial de averías.....	71
40	Ficha de repuestos usados en reparaciones.....	72
41	Ficha de orden de trabajo.....	73
42	Ficha de solicitud de materiales.....	74
43	Ficha de solicitud de compra.....	75
44	Ficha de solicitud de servicio externo de mantenimiento.....	76

LISTA DE ABREVIACIONES

ASTM	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials)
ASTM E384	Método de prueba estándar para microindentación; dureza de los materiales
ASTM E10	Método de prueba estándar para dureza Brinell de los materiales metálicos
ASTM E18	Método de prueba estándar para dureza Rockwell de los materiales metálicos
ASTM E290	Método estándar para la prueba de flexión
ASTM E8	Método estándar para la prueba de tensión
ASTMA255	Método de prueba estándar para determinar la templabilidad del acero
ASTM E165	Práctica estándar para inspección de líquidos penetrantes
ASTM E709	Guía estándar para partículas magnéticas
ASTM E114	Práctica estándar para ultrasonido
ASTM E114	Práctica estándar para la medición de espesor por ultrasonido
ppm	Partes por millón
SAE	Sociedad Americana de Ingenieros Automotores (Society of Automotive Engineers)
E.N.D.	Ensayos No Destructivos

LISTA DE ANEXOS

- A** Norma ISO 10013
- B** Jerarquía típica de la documentación del sistema de gestión de calidad
- C** Ejemplo de instrucción de trabajo

RESUMEN

Esta tesis se desarrolló con el fin de apoyar a estudiantes y a los responsables del laboratorio de Resistencia de Materiales, Metalografía, Ensayos No Destructivos y Tratamientos Térmicos de la Facultad de Mecánica, a familiarizarse con la correcta operación y mantenimiento de máquinas, equipos e instrumentos existentes. No se pretende que los lineamientos incluidos en los manuales conviertan a quien lo consulte en un experto, capaz de solucionar cualquier problema que pueda presentarse en el equipamiento del laboratorio; por la diversidad de marcas y modelos solo es posible presentar recomendaciones generales.

En el manual se han tomado en cuenta los siguientes parámetros:

Se ha dado hincapié a la seguridad en el laboratorio. A cada máquina, equipo e instrumento se ha designado con un nombre, código, cuenta, inventario y ubicación, que facilitará su pronta identificación y localización.

Se han introducido fotografías para identificarlos.

Cada implemento contiene fichas donde se describen sus partes principales, datos técnicos, función, proceso, descripción, control y seguridad.

Se definen tareas de mantenimiento, tablas (posibles daños, desmontaje y montaje), registros y un historial de averías, que aseguran un adecuado monitoreo de cada equipo.

En las tareas de mantenimiento se describen las rutinas básicas que son requeridas por cada máquina, equipo e instrumento presente en el laboratorio.

ABSTRACT

This thesis was developed in order to help students and the people in charge of the Material Resistance, Metallography, Non-Destructive Testing and Thermal Treatments Laboratories belonging to the Mechanics Faculty to get acquainted with the correct operation and maintenance of their machines, equipment and existing instruments. The guidelines in the manuals do not have the intention to make an expert of anybody who consults them to solve any problem that may appear in the laboratory equipment. Because of the diversity of brands and models, it is only possible to present general recommendations.

When making the manual, the following parameters were considered:

Safety has been highlighted in each laboratory. Every machine, piece of equipment and instrument has been given a name, a code, an account, a place in the inventory, and a location. This will make items' identification and tracking easier and sooner.

Pictures have been introduced as to identify items.

Each implement has an index card in which its main parts, technical data, function, process, description, control and safety guidelines are described.

Maintenance tasks are also defined. Charts (with possible damages, dismantling and assembly), records and fault history will ensure an adequate monitoring for each piece of equipment.

The maintenance tasks describe the basic routines which are necessary for each machine, piece of equipment, and instrument that is each laboratory.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En la actualidad en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo la falta de conocimiento de un adecuado uso y un correcto mantenimiento de los equipos, máquinas e instrumentos que se encuentran en los distintos laboratorios de la Facultad de Mecánica, es un problema que ha generado la falla y en casos extremos el daño permanente de dichos elementos, acortando su vida útil e incapacitándolos en la función que desempeñan en el laboratorio.

Al momento no existe ningún registro, historial de averías, ni reparaciones realizados a los equipos; por otra parte la falta de personal capacitado que realice estas tareas limita la funcionalidad total de los laboratorios.

1.2 Justificación

1.2.1 Justificación técnica. En todo equipo, máquina e instrumento a lo largo de su operación se producirán cambios inevitables, independientemente de la perfección del diseño, de los materiales utilizados en su fabricación y de la tecnología de su producción, si su utilización y mantenimiento es el inadecuado; por lo cual es necesario contar con un manual básico que contenga partes principales, características, operación, control, seguridad, historial de averías y registros para un monitoreo adecuado de dichos implementos.

1.2.2 Justificación económica. En la mayoría de laboratorios de la facultad los equipos, máquinas e instrumentos son utilizados hasta el punto que ya no puedan desempeñar su función normal, viéndose en la necesidad de contratar a personas capacitadas que den solución a dicho problema, que en la mayoría de los casos sus servicios son muy costosos; con la elaboración de los manuales se evitará dichos costos.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Diseñar e Implementar un manual de operación y mantenimiento para los laboratorios de Resistencia de Materiales, Metalografía, Ensayos No Destructivos y Tratamientos Térmicos de la Facultad de Mecánica.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Identificar el estado actual de equipos, máquinas e instrumentos presentes en los laboratorios.

Redactar los manuales de partes principales, características, operación, control, seguridad, historial de averías y registros.

Redactar las tareas que exija el mantenimiento en general y en particular sobre cada unidad.

Con un adecuado plan de mantenimiento alargar la vida útil de las máquinas equipos e instrumentos presentes en los laboratorios.

Reducir posibles accidentes de los operarios por un mal manejo de los equipos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Tipos de laboratorios

Un laboratorio es un espacio físico que se encuentra adecuado y equipado con diversas máquinas, equipos e instrumentos necesarios para llevar a cabo investigaciones, experimentos o trabajos de carácter científico o técnico. En estos espacios las condiciones ambientales se controlan y normalizan de acuerdo al tipo de ensayos que se vayan a realizar, de esta manera se pretende evitar que influencias extrañas puedan alterar las mediciones o resultados obtenidos.

En el proceso de formación de un Ingeniero Mecánico es muy importante el conocimiento de las cualidades físicas y mecánicas de los materiales, ya que ésta proporciona las herramientas necesarias para comprender el comportamiento general de cualquier material, lo cual es necesario a la hora de desarrollar adecuadamente diseños de componentes de máquinas, sistemas y procesos; por esta razón es importante conocer que ensayos y procesos deben realizarse a los materiales para obtener de ellos ciertas características, por lo cual la Facultad de Mecánica cuenta con laboratorios destinados al tratamiento, destrucción y estudio de las características físicas y mecánicas de los materiales, entre los cuales se mencionan los siguientes.

2.1.1 *Laboratorio de Resistencia de Materiales.* El laboratorio de Resistencia de Materiales se encuentra destinado a la realización de ensayos de flexión, torsión, fatiga, compresión, corte, impacto y tracción de materiales, mediante la utilización de equipos, máquinas e instrumentos como son la máquina universal, máquina de torsión, máquina de fatiga, banco para ensayos de flexión, Péndulo Charpy, que determinan las características mecánicas del material a ensayar.

A menudo se realizan una serie de pruebas a los materiales, fundamentalmente a los metales, para observar su comportamiento mediante la utilización de probetas de

dimensiones normalizadas que se someten a diversos esfuerzos para establecer sus características y su posible utilización en los diversos campos profesionales. A continuación se describirá la función que cumplen algunos de los equipos y máquinas presentes.

2.1.1.1 *Máquina Universal*

Figura 1. Máquina Universal



Fuente: Autor

Con esta máquina es posible someter a distintos materiales a ensayos de tracción, tensión, compresión, corte, flexión para de esta manera determinar las propiedades físicas y mecánicas del material a ensayar. La capacidad de la máquina universal es de 100000 kilogramos; cuenta con un sistema hidráulico para la aplicación de dicha fuerza.

2.1.1.2 *Péndulo Charpy*

Figura 2. Péndulo Charpy

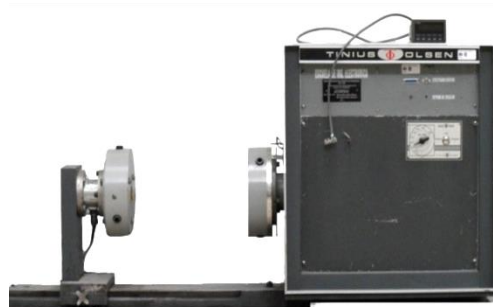


Fuente: Autor

Con el Péndulo Charpy se determina la fragilidad o capacidad de un material para absorber cargas instantáneas, estos ensayos se realizan mediante el choque de un martillo que cae de una altura determinada sobre una probeta previamente normalizada, produciendo así el impacto y posteriormente la rotura del material a analizar.

2.1.1.3 Máquina de torsión. La máquina de torsión tiene como función aplicar un par torsor a una probeta previamente normalizada, por medio de un dispositivo de carga para luego medir el ángulo de torsión resultante en el extremo de la probeta, de esta manera determinar las propiedades del material. La capacidad de esta máquina es de 10000 libras.

Figura 3. Máquina de torsión



Fuente: Autor

2.1.2 Laboratorio de Metalografía. En el laboratorio de Metalografía se estudia las características micro estructurales o constitutivas de los materiales, especialmente de los metales y aleaciones; la información que puede suministrar de un análisis metalográfico es muy amplio; se obtiene mediante la extracción y preparación de muestras que posteriormente son estudiadas y analizadas; las máquinas, equipos e instrumentos utilizados en esta rama son los microscopios metalográficos, máquinas pulidoras, durómetros, micro durómetro, desbastadora, cortadora de disco, montador de probetas, equipo de lavado ultrasónico que ayudan a cumplir con todos los procedimientos necesarios para realizar un estudio metalográfico de la muestra de una manera eficiente y eficaz.

Es necesario recalcar que en este laboratorio hay un potencial de riesgo químico porque se utilizan sustancias con sus respectivos solventes para la preparación y ataque de la

muestra, que necesitan de un manejo adecuado para evitar cualquier contratiempo en la seguridad tanto de personas como del laboratorio. A continuación se describirá la función que cumplen algunos de los equipos, máquinas e instrumentos presentes.

2.1.2.1 *Cortadora de disco*

Figura 4. Cortadora de disco



Fuente: Autor

Tiene como función cortar una muestra del material a estudiar mediante un disco de corte de forma segura, de esta manera evitar que se produzca micro fracturas en el espécimen a extraer que pueden alterar el resultado del estudio, la temperatura de corte es controlada mediante un sistema de refrigeración por agua, evitando que el disco se sobrecaliente; además cuenta con una perilla para regular la velocidad de rotación del disco de corte.

2.1.2.2 *Microdurómetro*

Figura 5. Microdurómetro



Fuente: Autor

Es un instrumento que sirve para la observación, indentación y medición de huellas de muestras metalográficas, tiene un amplio campo ocular y su uso es muy fácil de realizarlo.

2.1.2.3 Microscopio metalográfico. El microscopio metalográfico tiene como función visualizar la micro estructura que compone los materiales. Su funcionamiento está basado en la iluminación de luz reflejada, además de ser muy indispensable en los laboratorios de Metalografía.

Figura 6. Microscopio metalográfico



Fuente: Autor

2.1.2.4 Probador de dureza Brinell - Rockwell - Vickers. El medidor de dureza es designado para determinar el número de dureza Brinell, Rockwell y Vickers en los materiales, mediante la aplicación de una carga y con la ayuda de un indentador que es seleccionado de acuerdo al ensayo a realizar.

Figura 7. Probador de dureza Brinell - Rockwell - Vickers



Fuente: Autor

2.1.2.5 Montador de probetas. Es un equipo que sirve para la elaboración de probetas de baquelita para el estudio de sus propiedades físicas y mecánicas. El pistón se mueve de forma manual mediante el giro del volante. Además que posee un controlador de temperatura y un temporizador para la selección adecuada del procedimiento a realizar.

Figura 8. Montador de probetas



Fuente: Autor

2.1.2.6 Máquina pulidora. La máquina pulidora es de disco único, adecuada para llevar a cabo el pulido de muestras metalográficas hasta obtener una apariencia de espejo, se debe agregar una pequeña cantidad de baquelita en líquido sobre el paño para obtener mejores resultados; además que está equipada con un sistema de refrigeración, enfriando a la muestra durante esta operación.

Figura 9. Máquina pulidora



Fuente: Autor

2.1.3 Laboratorio de Tratamientos Térmicos. En este laboratorio se realiza tratamientos térmicos a los materiales para mejorar sus propiedades mecánicas, especialmente la dureza, la resistencia, la elasticidad mediante un conjunto de operaciones de calentamiento y enfriamiento bajo condiciones controladas de temperatura, tiempo de permanencia, velocidad, etc.

Para lo cual se utilizan hornos, muflas, máquina para el ensayo Jominy, horno de sales, entre otros que ayudan a la realización de estos procedimientos, siempre y cuando se conozca de manera detallada el fundamento teórico del procedimiento para cada tratamiento que se va a realizar. A continuación se describirá la función que cumplen algunos de los equipos, máquinas e instrumentos presentes.

2.1.3.1 Máquina para el ensayo Jominy. Esta máquina sirve para enfriar una probeta desde uno de sus extremos con un chorro de agua cuya velocidad de flujo como la temperatura se encuentran en condiciones controladas de esta manera se pretende determinar las propiedades físicas y mecánicas del material.

Figura 10. Máquina para el ensayo Jominy



Fuente: Autor

2.1.3.2 Horno. Es calentado por electricidad, mediante resistencias que se encuentran ubicadas en la cámara, de tal forma que armonizan el calor, es muy versátil ya que se puede utilizar para diversos rangos de temperatura; además se pueden realizar diferentes tratamientos térmicos a muestras de distintos tamaños en base a la capacidad de la cámara; este equipo está provisto por un controlador de temperatura el cual mantiene rangos moderados para una mayor exactitud en el proceso.

Figura 11. Horno



Fuente: Autor

2.1.3.3 Rectificador para galvanoplastia. La función del rectificador es convertir la corriente alterna en corriente continua mediante un transformador y esta corriente es utilizada para la realización de la deposición galvánica de metales como el cincado, cromado, cobreado, niquelado entre otros.

Figura 12. Rectificador para galvanoplastia



Fuente: Autor

2.1.4 Laboratorio de Ensayos No Destructivos. En el laboratorio de E.N.D. se aplican métodos como inspección visual, tintas penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonido, para examinar un objeto, material, componente o sistema sin alterar sus propiedades físicas ni mecánicas; para lo cual se utiliza equipos, máquinas e instrumentos adecuados para cada proceso, entre los cuales se tiene el equipo de ultrasonido, yugo magnético, tintas penetrantes magnaflux, luxómetro, lámpara de luz negra UV, que ayudan a la visualización y detección de posibles discontinuidades, porosidades, grietas, fisuras presentes en los materiales. A continuación se describirá la función que cumplen algunos de los equipos, máquinas e instrumentos presentes en el laboratorio.

2.1.4.1 Equipo de magnetización por puntas

Figura 13. Equipo de magnetización por puntas



Fuente: Autor

Es un equipo utilizado para la magnetización de materiales ferro magnéticos mediante el uso de corriente eléctrica controlada y se puede aplicar a soldaduras, a materiales fundidos, forjados, trefilados, entre otros.

2.1.4.2 *Equipo de ultrasonido (para defectología).* Se trata de un equipo esencial para la inspección no destructiva que puede rápidamente inspeccionar con facilidad y precisión; además de localizar, evaluar y diagnosticar grietas, inclusiones, entre otros presentes en cualquier material.

Figura 14. Equipo de ultrasonido



Fuente: Autor

2.2 Diseño de instalaciones en laboratorios

Las instalaciones deben permitir que las actividades del laboratorio se desarrollen de modo eficaz y seguro. El diseño del laboratorio deberá obedecer a las características generales del programa de trabajo previsto durante un largo período de tiempo de 10 a 20 años y no a las modalidades específicas del trabajo actual. (Depósito de documentos de la FAO, 2013)

2.2.1 *Consideraciones generales.* La disposición del laboratorio debe diseñarse con criterios de eficiencia. Por ejemplo, la distancia que deban recorrer los estudiantes e instructores para llevar a cabo las distintas actividades dentro de los laboratorios han de ser lo más cortas posibles, aun teniendo presente que tal vez haya que separar unos procedimientos de otros por motivos técnicos o de seguridad.

Con frecuencia transcurren cinco años desde que se toma en principio la decisión de construir un nuevo laboratorio hasta el momento en que éste entra en funcionamiento.

También se suele prever que no requerirá modificaciones importantes durante otros diez años. Dado que el volumen de trabajo puede cambiar en ese plazo, no es conveniente diseñar un laboratorio teniendo sólo en cuenta los pormenores de las actividades previstas actualmente.

Aun en el caso de que el volumen de trabajo sea siempre el mismo, el curso de los acontecimientos puede exigir cambios en la importancia relativa otorgada a los diferentes tipos de análisis. Además, los avances en la instrumentación y en los procedimientos pueden alterar las necesidades de espacio.

Para facilitar una rápida evacuación en caso de incendio o cualquier otra emergencia, deben preverse por lo menos dos entradas y dos salidas en cada laboratorio, siempre que sea posible; es conveniente que las características de diseño eviten la acumulación de polvo en el laboratorio. En el caso de poseer instrumentos ópticos se requiere una temperatura estable para su funcionamiento normal, también es necesario proteger a equipos o instrumentos de campos magnéticos intensos proveniente de otros aparatos y evitar que personas con marcapasos ingresen a estas zonas. (Depósito de documentos de la FAO, 2013)

2.2.2 Iluminación en laboratorios. La iluminancia del laboratorio se debe establecer de acuerdo a los trabajos que se van a realizar en su interior, un nivel moderado se considera de 500 lux que es suficiente para la mayoría de las actividades, pero existen procedimientos en los cuales el nivel mínimo es de 1000 lux, en definitiva la iluminación debe estar acorde al trabajo o actividad que se va a realizar siempre tomando en cuenta los parámetros mínimos y máximos, para de esta forma determinar los lugares estratégicos de colocación de lámparas o focos; es necesario una vez colocado estos elementos realizar una comprobación con un luxómetro para determinar si la iluminancia cumple con los requerimientos establecidos.

2.2.3 Instalaciones eléctricas. Se llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan. Una instalación eléctrica debe distribuir la energía eléctrica a los equipos de una manera segura y eficiente.

Una instalación bien diseñada debe tener previsiones necesarias para permitir el acceso a todas aquellas partes que puedan requerir mantenimiento, por ejemplo espacios para montar o desmontar equipos grandes y pasillos en la parte posterior de los tableros, entre otros. Las instalaciones eléctricas pueden clasificarse en normales y especiales, según el lugar donde se ubiquen.

Se consideran instalaciones especiales aquellas que se encuentran en áreas con ambiente peligroso, excesivamente húmedo o con grandes cantidades de polvo no combustible.

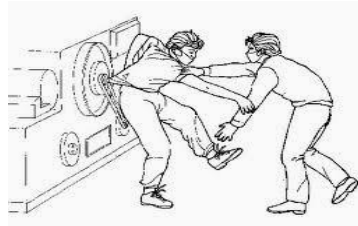
Las instalaciones normales pueden ser interiores o exteriores; las que se encuentran a la intemperie deben tener los accesorios necesarios como cubiertas, empaques y sellos para evitar la penetración del agua de lluvia aún en condiciones de tormenta.

En lugares muy húmedos debe asegurarse una buena protección contra la corrosión y los aislantes deben ser del tipo adecuado para esas condiciones. En casos donde existen polvos no combustibles, deben utilizarse medios para evitar la acumulación de dicho polvo, dado que pueda impedir la operación normal de la instalación.(BRATU, 1995)

2.2.4 Seguridad en el laboratorio. Entre los principales objetivos de la Facultad de Mecánica está en desarrollar actividades de investigación, cuyos aspectos prácticos se llevan a cabo en los laboratorios; es en este entorno de trabajo donde se generan los principales factores de riesgo que pueden llegar a afectar negativamente las condiciones de seguridad y salud tanto de maestros como de estudiantes a corto o mediano plazo, por lo que es necesario conocer los principales riesgos y cómo prevenirlos.

2.2.4.1 Riesgos mecánicos

Figura 15. Riesgo mecánico



Fuente:<http://3.bp.blogspot.com/2Ydt7RIC2Fk/Tkknj0E1mTI/AAAAAAAAAHQ/JHZOSOfM7aI/s1600/imagesCA7ZH3BO.jpg>

Riesgo mecánico es aquel que en caso de no ser previsto adecuadamente puede producir lesiones corporales tales como cortes, abrasiones, pinchazos, contusiones, golpes por objetos desprendidos o proyectados, atropellamientos, aplastamientos, quemaduras, entre otros. También se incluyen los riesgos de explosión derivables de accidentes vinculados a instalaciones a presión.

El riesgo mecánico puede producirse en toda operación que implique manipulación de máquinas y equipos (motorizados o no), por lo cual es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

No penetrar en el interior de las áreas de riesgo mientras la máquina esté en funcionamiento o conectada.

Verificar la disponibilidad y el tipo de iluminación suficiente en la zona de trabajo para poder desarrollar las actividades con seguridad y eficiencia.

Cerciórese, antes de su uso, de que las máquinas o equipos no se encuentren desprovistos de los dispositivos de seguridad, enclavamiento y emergencia.

En operaciones de reparación y mantenimiento trabaje con la máquina desconectada.

Atender a la señalización de seguridad (pictogramas) que marca los riesgos potenciales de los lugares de trabajo.

No fumar, comer o beber durante la realización de las prácticas. Llevar el pelo corto o recogido y no llevar prendas (corbatas, bufandas, pañuelos colgantes, pulseras, anillos, entre otros) que puedan causar atrapamientos por las partes móviles de las máquinas o enganches.

Mantener limpio y ordenado el lugar de trabajo. Si como resultado de las operaciones que usted lleva a cabo se genera algún residuo, favor retirarlo inmediatamente para mantenerlo sin obstáculos el área de trabajo.

Conocer y aplicar los procedimientos de trabajo de que se disponga en el laboratorio.

No utilice herramientas y máquinas para fines diferentes a aquellos para los que han sido diseñadas.

No utilice dispositivos que no ha manejado nunca, siempre es necesaria la autorización de los responsables de cada laboratorio.

2.2.4.2 Riesgo eléctrico. Riesgo eléctrico es aquel susceptible de ser producido por instalaciones eléctricas, partes de las mismas y cualquier dispositivo eléctrico bajo tensión, con potencial de daño suficiente para producir fenómenos de electrocución, quemaduras y muerte.

Figura 16. Riesgo eléctrico



Fuente: <http://i1.ytimg.com/vi/6RkVCuTpeXg/hqdefault.jpg>

El riesgo eléctrico puede presentarse en cualquier tarea que implique manipulación o maniobra de instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión; operaciones de mantenimiento de este tipo de instalaciones, reparación y uso de aparatos eléctricos, utilización de equipo eléctrico en entornos para los cuales no ha sido diseñado el dispositivo (ambientes húmedos y/o mojados) y mal mantenimiento, etc. Es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Nunca deberá manipularse ningún elemento eléctrico con las manos mojadas.

Para trabajar con instalaciones eléctricas se deben tener en cuenta los siguientes principios:

- Abrir todas las fuentes de tensión.

- Enclavar o bloquear, si es posible, todos los dispositivos de corte eléctrico.
- Comprobar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Delimitar la zona de trabajo mediante señalización.

No realizar nunca operaciones en líneas eléctricas, centros de transformación o equipos eléctricos si no se posee la formación y equipo necesario para ello.

No retirar nunca los recubrimientos o aislamientos de las partes activas de los sistemas.

En el caso de que sea imprescindible realizar trabajos en tensión, deberán utilizarse los medios de protección adecuados y los equipos de protección individual apropiados.

Mantener el cableado en buen estado, evitando los empalmes con cinta aislante. En todo caso sustituir los cables deteriorados.

Confiar el mantenimiento al personal competente. Evitar los arreglos provisionales.

Avisar al auxiliar de laboratorio de cualquier anomalía que se detecte en la instalación o equipos eléctricos.

No utilizar una sola toma de corriente para varias clavijas, ya que se puede producir un calentamiento de los cables y como consecuencia un incendio de origen eléctrico.

2.2.4.3 Riesgo químico

Figura 17. Riesgo químico



Fuente: <http://profmokeur.ca/chimie/imchim/safety.gif>

Riesgo químico es aquel susceptible de ser producido por una exposición no controlada a agentes químicos. Se entiende por agente químico cualquier sustancia que pueda afectar directa o indirectamente a un individuo. Una sustancia química puede afectar a través de tres 3 vías: respiratoria, ingestión y dérmica. El riesgo químico puede presentarse en cualquier tarea que implique manipulación de sustancias químicas, realización de actividades de investigación en laboratorios donde se manipulan reactivos químicos, por lo que es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

En el laboratorio no está permitido fumar, comer ni beber. Tampoco se almacenará comida o bebida alguna en frigoríficos situados en el mismo.

Se debe leer la etiqueta y consultar la hoja de datos de seguridad de los productos antes de su utilización.

No se debe utilizar nunca ningún reactivo al cual le falte la etiqueta del frasco.

Antes de transvasar, se deben etiquetar adecuadamente los frascos y recipientes a los que se trasvase algún producto o donde se hayan preparado mezclas, identificando su contenido, a quién pertenece y la información sobre su peligrosidad (reproducir etiquetado original).

Siga los procedimientos de trabajo establecidos en su práctica de laboratorios sobre las tareas que se va a realizar.

Trabajar siempre con los sistemas de extracción y renovación mecánica de aire conectados.

Utilizar siempre los Equipos de Protección Individual que se requiera.

Nunca se efectuará actividad alguna no autorizada o no supervisada convenientemente.

Asegurar la desconexión de equipos, agua y especialmente de gas al finalizar las actividades.

No se trabajará nunca solo en el laboratorio o taller (bajo ningún concepto). Los estudiantes no deberán permanecer en los laboratorios solos o sin la supervisión de su asesor, en caso de que estén realizando algún trabajo relacionado con su tesis.

Se llevará el pelo siempre recogido y no se llevará pulseras, colgantes, mangas anchas, bufandas, etc., prendas sueltas, sandalias u otro tipo de calzado que deje el pie al descubierto.

Se mantendrá el máximo orden y limpieza posibles dentro del laboratorio o del taller tanto en el ámbito de comportamiento personal, como en lo referente al material. La siguiente relación siempre se verifica: desorden = poca seguridad.(UNIGUAJIRA, 2010)

2.3 Mantenimiento en laboratorios

La implementación del mantenimiento dentro de los laboratorios minimiza el riesgo de fallo y asegura la continua operación de los equipos, evitando su continua calibración especialmente en equipos sensibles a las condiciones del entorno y a la incorrecta manipulación o a su inevitable desgaste.

Para llevar a cabo estos propósitos se deben tener en cuenta los siguientes parámetros generales.

2.3.1 Tareas de mantenimiento

2.3.1.1 Condiciones ambientales. Analizar el ambiente en el que se encuentra el equipo, ya sea en funcionamiento o en almacenamiento. Se recomienda evaluar temperatura, humedad, presencia de polvo, exposición a vibraciones mecánicas y seguridad de la instalación.

2.3.1.2 Limpieza integral externa. Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, moho, hongos, etc., en las partes externas que componen el equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda. Ésta podría incluir:

- Limpieza de superficie externa usando limpiador líquido, lija, etc.
- Limpieza de residuos potencialmente infecciosos utilizando sustancias desinfectantes como bactericidas no residuales ni corrosivos.

2.3.1.3 Inspección externa del equipo o máquina. Examinar o reconocer atentamente el equipo, partes o accesorios que se encuentran a la vista, sin necesidad de quitar partes, tapas, etc., tales como mangueras, chasis, cordón eléctrico, conector de alimentación, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, fatiga, roturas, fugas, partes faltantes o signos que obligue a sustituir las partes afectadas tomando alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo o correctivo.

2.3.1.4 Limpieza integral interna. Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, moho, hongos, etc., en las partes internas que componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda. Ésta podría incluir:

- Limpieza de superficie interna utilizando limpiador líquido, limpiador en pasta, etc.
- Limpieza de residuos potencialmente infecciosos, utilizando sustancias desinfectantes como bactericidas no residuales ni corrosivos.
- Limpieza de tabletas electrónicas, contactos eléctricos, conectores, utilizando limpiador de contactos eléctricos, aspirador, brocha, etc.

2.3.1.5 Inspección interna. Examinar o reconocer atentamente las partes internas del equipo y sus componentes, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, fatiga, roturas, fugas, partes faltantes o signos que obliguen a sustituir las partes afectadas tomando alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo o correctivo.

2.3.1.6 Lubricación. De motores, bisagras, baleros y cualquier otro mecanismo que lo necesite. Puede ser realizado en el momento de la inspección y deben utilizarse los lubricantes recomendados por el fabricante o sus equivalentes.

2.3.1.7 Reemplazo de partes defectuosas. La mayoría de los equipos tienen partes diseñadas para gastarse durante el funcionamiento del equipo, de modo que prevengan el desgaste en otras partes o sistemas del mismo. Ejemplo de éstas son los empaques, los dispositivos protectores, los carbones, etc. El reemplazo de estas partes es un paso esencial del mantenimiento preventivo y puede ser realizado en el momento de la inspección.

2.3.1.8 Pruebas funcionales completas. Además de las pruebas de funcionamiento realizadas en otras partes de rutina, es importante poner en funcionamiento el equipo en conjunto con el operador y en todos los modos de funcionamiento que éste posea, lo cual además de detectar posibles fallas en el equipo, promueve una mejor comunicación entre el técnico y el operador, con la consecuente determinación de fallas en el proceso de operación por parte del operador o del mismo técnico.

2.3.1.9 Ajuste y calibración. Para ésto deberá tomarse en cuenta lo observado anteriormente en la inspección externa e interna del equipo, como realizar mediciones de los parámetros más importantes de modo que éstos sean acordes a normas técnicas establecidas, especificaciones del fabricante o cualquier otra referencia. Luego debe realizarse la calibración que se estime necesaria, poner en funcionamiento el equipo y realizar la medición de los parámetros correspondientes, estas dos actividades serán necesarias hasta lograr que el equipo no presente signos de desajuste.

2.3.2 Materiales básicos para el mantenimiento

2.3.2.1 Cera o líquido limpiador para pintura. En el mercado existen varias marcas de productos que ofrecen las mismas características con el mismo propósito, brillo y protección de elementos del medio ambiente, cualquiera de éstos puede usarse en las tareas.

2.3.2.2 Cera o líquido con protección UV. Que contenga protección UV es uno de los principales factores de la cera ya que evita que el acrílico pierda su tonalidad original en poco tiempo, existen varias opciones, algunas incluso sirven para la limpieza de pintura, pues la mayor parte de estas son en base de silicona.

2.3.2.3 Agua. Es el común y corriente, sin embargo si el agua tiene un alto contenido de cloro el cual daña las superficies metálicas, se recomienda usar agua embotellada o con muy baja contenido de cloro.

2.3.2.4 Detergente. Disuelven las grasas o la materia orgánica gracias a su tensoactividad, no es lo mismo que el jabón, puesto que tiene propiedades diferentes, si es posible se recomienda adquirirlo en forma líquida y no en polvo ya que éste al mezclarse con el agua tarda en formar una sustancia única sin partículas en dispersión, que podrían ser difíciles de remover.

2.3.2.5 Alcohol isopropílico. Mezclado con agua es muy utilizado en la limpieza de lentes de objetivos fotográficos y todo tipo de accesorios ópticos. Además sirve para limpiar contactos de aparatos electrónicos, ya que no deja marcas y es de rápida evaporación, siendo peligrosa su inhalación.

2.3.2.6 Limpiador de contactos. Existen en varias presentaciones en especial aerosol, que permite limpiar y remover, efectivamente aceites, grasas ligeras, siliconas, polvo y otras partículas contaminantes tanto de equipos eléctricos como de electrónicos, incluyendo conectores, tarjetas de circuitos impresos, dispositivos electromecánicos, balanzas, relés e interruptores protectores de circuitos, no manchan, tienen bajo olor, no deja residuos, no son corrosivo y muchos de ellos no son conductivos (se puede utilizar en equipos energizados), de secado rápido compatible con la mayoría de los plásticos a excepción de acrílicos, policarbonatos y resinas ABS.

2.3.2.7 Grasa multipropósito. La mayor parte están formuladas con bases minerales de alta calidad y jabón de litio o complejo de calcio, contienen aditivos anti desgaste, anti herrumbrantes y antioxidantes que le imparten propiedades de excelente estabilidad mecánica, diseñada para resistir elevadas cargas de trabajo así como bajas o altas temperaturas, resiste al calor y al lavado con agua, protege contra la corrosión. Por ser multipropósito se puede usar casi en todas las aplicaciones.

2.3.2.8 Motas de algodón. Es una fibra natural vegetal, tiene gran resistencia, absorbencia adecuada para la limpieza de partes delicadas de equipos.

2.3.2.9 Aceite lubricante de baja viscosidad. Al utilizar lubricantes de baja viscosidad se está utilizando un producto que fluye con más facilidad, permitiendo su rápido acceso a todos los elementos, los más comunes son SAE 0W-30, 5W-30 ó 5W-40.

2.3.2.10 Thinner. Es una mezcla de disolventes de naturaleza orgánica derivados del petróleo que ha sido diseñado para disolver, diluir o adelgazar sustancias insolubles en agua, como la pintura, los aceites y las grasas, en ocasiones es usado para limpiar circuitos lo cual no es recomendable ya que puede acumular cargas estáticas. Es un producto altamente peligroso concentraciones superiores a 1000 ppm., causan irritación de los ojos y el tracto respiratorio, depresión del sistema nervioso central, dolor de cabeza, mareos, deterioro y fatiga intelectual, confusión, anestesia, somnolencia, inconsciencia y otros efectos sobre el sistema nervioso central incluyendo la muerte. Por lo que es recomendable poseer elementos de protección personal durante su manipulación o en intervalos cortos en ambientes cerrados.

2.3.2.11 Recubrimientos antioxidantes. Son recubrimientos inhibidores de corrosión más efectivos, en un tiempo fueron los materiales de base aceite o solvente. En años recientes, los productos de base agua han sido desarrollados y están siendo utilizados con gran éxito. La mayor parte de éstos son formulados con resinas nitro acrílicas y pigmentos metálicos de acero inoxidable (composición: Cromo 17%, Níquel 13%, Molibdeno 2,25%, Acero 67,75%). Siendo usado como acabado para la protección de superficies de acero inoxidable que han sido soldadas o atacadas por un elemento físico-químico. Proporcionan un brillo metálico a la superficie, excelente poder anticorrosivo, protege la base metálica, excelente adherencia sobre metales y plásticos, etc.

2.3.2.12 Pintura tipo esmalte anticorrosivo. Producto que actúa como anticorrosivo y como pintura de terminación al mismo tiempo. Está formulado a base de resinas alquídicas y pigmentos inhibidores de corrosión que le confieren un alto poder anticorrosivo. Presenta una terminación semi brillo.

2.3.2.13 Pulimento de metales. Se presenta en forma de pasta ayuda, a la limpieza y mantenimiento de metales ya que su fórmula con agentes activos actúan química y mecánicamente en las piezas a tratar, ofrecen excelentes resultados de limpieza y de protección de piezas metálicas en una sola operación, con su mezcla de base acuosa con

hidrocarbonatos y agentes de pulimento (óxido de aluminio). No es tóxico ni inflamable. Puede ser aplicado manualmente o con un sistema de limpieza y pulido. Elevada resistencia térmica. No perjudica la piel del usuario, aunque conviene lavarse después de su utilización.

2.3.2.14 *Taipe.* Es un tipo de cinta adhesiva que se utiliza para unir objetos de manera temporal o en algunas ocasiones permanentemente, sirve también para aislar los cables eléctricos para evitar que se produzcan corto circuitos.

2.3.2.15 *Solución limpiadora de éter.* Es un líquido incoloro, limpiador desinfectante contra un amplio espectro de bacterias, virus y hongos, evitando así que el crecimiento de éstos pueda afectar la vida útil de algunos accesorios ópticos.

2.3.3 *Herramientas básicas para el mantenimiento*

2.3.3.1 *Espátula.* Suele ser una hoja de metal ancha, fina, flexible y se utiliza para limpiar, alisar, rascar (la pintura, por ejemplo), levantar incrustaciones, etc.

2.3.3.2 *Lija.* Consiste en un soporte de papel sobre el cual se adhiere algún material abrasivo, como polvo de vidrio o esmeril. Se usa para quitar fragmentos de material de las superficies para dejar sus caras lisas, como en el caso del acabado de maderas, a modo de preparación para pintar o barnizar. También se emplea para pulir hasta eliminar ciertas capas de material y en algunos casos para obtener una textura áspera.

2.3.3.3 *Pera de Goma.* Es un elemento que sirve para soplar pequeñas cantidades de aire en superficies delicadas, apto para eliminar polvos de lugares donde la demasiada presión de aire puede causar algún problema.

Figura 18. Pera de goma



Fuente:<http://como-limpiar.org/wp-content/uploads/2013/05/pera-de-goma.jpg>

2.3.3.4 Brocha. Es una escobilla que recoge reteniendo entre sus fibras un determinado material para luego distribuirlo uniformemente sobre una superficie, se recomienda algunos tamaños ya que pueden ser usados para limpieza o pintura.

2.3.3.5 Cepillo de limpieza. Se trata de un utensilio consistente en un mango y una base, sobre la cual se fijan filamentos flexibles llamados cerdas, es recomendable que éstas sean de plástico, para poder llegar a partes complicadas de alcanzar y difíciles de remover con una brocha.

2.3.3.6 Cepillo metálico. Igual que el anterior pero con cerdas metálicas, pudiendo ser de alambre de acero, alambre inoxidable, alambre de latón. Los principales campos de aplicación de cardas o cepillos metálicos son: desbarbar, especialmente rebabas secundarias que se producen al fresar, lijar torneear y taladrar o para realizar trabajos de superficies como limpieza, eliminación de herrumbre y cascarilla, trabajo de cordones de soldadura y eliminación de lacas.

2.3.3.7 Esponja. Es un material poroso que puede estar fabricada en fibras celulósicas o en polímeros plásticos, son especialmente buenas para absorber agua o productos líquidos, para un reiterado uso es conveniente sumergirlas de vez en cuando en una solución de vinagre con agua.

2.3.3.8 Bomba de engrase. Es apropiada para inyectar grasa a presión, de forma manual a través de un manguito obturador que facilita las labores de mantenimiento al momento de aplicar grasa a los componentes que lo necesiten.

Figura 19. Bomba de engrase



Fuente: http://www.gespasa.es/img_admin/PRODUCTES_TR_DO_g138.jpg

2.3.3.9 Aceitero. Recipiente para contener aceite lubricante con un pico o cánula (tubo pequeño) para aplicarlo a las piezas de las máquinas, se fabrican en algunos tamaños siendo de gran utilidad en el momento de lubricar algunos elementos o mecanismos de máquinas y equipos.

Figura 20. Aceitero



Fuente: <http://www.demaco.ec/catalogo/img/p/17-57-large.jpg>

2.3.3.10 Guantes de látex. Parte del equipo de protección personal específicamente de las manos, en los trabajos relacionados con elementos químicos y/o que requieren limpieza.

2.3.3.11 Guantes aislantes de la electricidad. Con mejores características que los de látex ya que ofrecen una protección individual contra las descargas eléctricas durante los trabajos bajo tensión eléctrica o cerca de partes activas. Sirven para trabajar en tensiones no superiores de 1000V.

Figura 21. Guantes aislantes de la electricidad



Fuente: <http://www.gruposiemens.com/productos/imag/guante.jpg>

2.3.3.12 Caja de Herramientas. Se entiende por todas las herramientas básicas para desarmar una máquina, como por ejemplo, desarmadores tipo estrella y plano, juego de llaves hexagonales, dados mecánicos (llaves de caja), alicates, metro, calibrador pie de rey, llaves inglesas, etc.

Figura 22. Caja de herramientas



Fuente:http://bimg2.mlstatic.com/caja-de-herramientas-105-piezas_MLM-F-3014501664_082012.jpg

2.3.3.13 Martillo de goma. Es una herramienta de percusión utilizada para golpear directa o indirectamente una pieza, causando su desplazamiento o deformación. Los martillos no férricos que existen, con bocas de nylon, plástico, goma o madera son utilizados para dar golpes blandos donde no se pueda deteriorar la pieza que se está ajustando.

Figura 23. Martillo de goma



Fuente: http://img.alibaba.com/photo/505378189/Rubber_mallet.jpg

2.3.3.14 Mascarilla. Las mascarillas de respiración filtrantes que cubren la cara son desechables en diferentes estilos y diseños para proteger al usuario contra contaminantes no peligrosos presentes en el sitio de trabajo. El material del filtro en estas mascarillas desechables puede ser de tela o de papel que limpia el aire según se respira para evitar inhalar sustancias irritantes.

2.3.3.15 Extractor mecánico. Es una herramienta manual que se utiliza básicamente para extraer las poleas, engranajes o cojinetes de los ejes, cuando están muy apretados y no salen con la fuerza de las manos, sirve para distintos tipos de extracción: externa, interna e incluso ciega.

Figura 24. Extractor mecánico



Fuente: <http://www.capris.cr/imagenes/cache/042314-120x120.jpg>

2.3.3.16 Franela. Es un tejido suave, de varios tipos de calidades hechas de algodón o fibras sintéticas. Ésta debe tener doblado los bordes, a fin de evitar que se deshile.

2.3.4 Equipos para el mantenimiento

2.3.4.1 Compresor. Como fuente de aire a presión, es indispensable para la limpieza por chorreado de ciertas partes de máquinas o equipos, el aire comprimido usado para la limpieza y en algunos casos para pintar, debe ser chequeado para observar la presencia de contaminantes. En muchos casos se debe tener control con la presión de salida dependiendo del elemento que se va a realizar la limpieza.

2.3.4.2 Aspiradora. Ayuda mucho a succionar del ambiente las partículas de polvo que se esparcen, ya sea por el compresor o por la limpieza que se realiza sacudiendo con la brocha o la franela las partes sucias. Pero no es imprescindible ya que se puede usar un paño húmedo, el cual acarrearía todo el polvo evitando que éste quede suspendido en el aire.

Figura 25. Aspiradora



Fuente:<http://www.disvecazulia.com/DISVECA/images/disveca%20nuevo/ASPIRADO-RA14.JPG>

2.3.4.3 Multímetro. Es un instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales (tensiones) o pasivas como resistencias, capacidades y otras. Las medidas pueden realizarse para corriente continua o alterna y en varios márgenes de medida cada una.

Figura 26. Multímetro



Fuente:http://safe-img04.olx.com.mx/ui/10/02/87/1292307909_144899587_8-GRAN-VARIEDAD-DE-MULTIMETROS-FLUKE-Y-ACCESORIOS--1292307909.jpg

2.3.4.4 Pirómetro. Es un equipo muy necesario para el mantenimiento, sirve para determinar la temperatura de funcionamiento de ciertos elementos (sin necesidad de estar en contacto con ellos) y compararlo con los rangos establecidos, para determinar así el reemplazo o no del elemento medido.

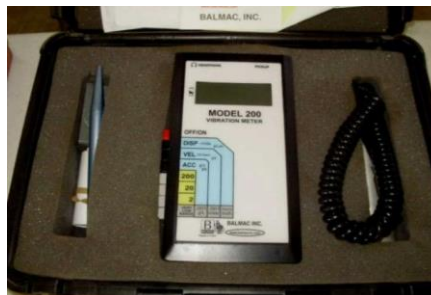
Figura 27. Pirómetro



Fuente:http://img.alibaba.com/photo/501032488/Digital_Smart_Sensor_Infrared_Industrial_Pyrometer_S_HW1150_.jpg

2.3.4.5 Medidor de vibraciones. Se emplean para medir vibraciones y oscilaciones en muchas máquinas e instalaciones, la medición proporciona los siguientes parámetros: aceleración de la vibración, velocidad de vibración y variación de vibración.

Figura 28. Medidor de vibraciones



Fuente:http://safe-img04.olx.com.mx/ui/11/73/45/1308787096_219406845_1-MEDIDOR-DE-VIBRACIONES-MECÁNICAS-0.jpg

2.3.4.6 Computador. Es una máquina electrónica que recibe y procesa datos para convertirlos en información útil, en éste debe estar instalado el software para los respectivos análisis de datos y los respectivos puertos de adquisición de datos.

2.4 Marco conceptual del mantenimiento

2.4.1 Importancia del mantenimiento. Es necesario recalcar que no existen máquinas, equipos, instrumentos e instalaciones que no necesiten de mantenimiento, ya que todas están expuestas al proceso irreversible de desgaste o envejecimiento producida por el uso y el tiempo, además al medio al que se encuentran expuestos, por lo que para remediar estas inevitables consecuencias se los debe asociar con el mantenimiento de esta manera se puede evitar su obsolescencia.

2.4.2 Concepto de mantenimiento. Se puede definir al mantenimiento de muchas formas pero las dos más puntuales son:

El mantenimiento es el conjunto de medidas y acciones necesarias para asegurar el normal funcionamiento de equipos, máquinas e instrumentos presentes en los laboratorios de la institución, a fin, de conservar el servicio para el cual han sido diseñadas dentro de su vida útil estimada.

Se entiende por mantenimiento aquella función institucional por la que se exige: “El control constante y el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios, a fin de asegurar el funcionamiento normal y el buen estado de conservación de los equipos máquinas e instrumentos existentes en cada uno de los laboratorios de la institución.

2.4.3 Principios básicos del mantenimiento. Para que el mantenimiento cumpla su verdadera misión, la meta perseguida no es la conservación en sí misma, sino en coincidir con las demás actividades de la institución en la obtención de la más alta calidad. Estos principios de general aplicación en cualquier actividad, se puede resumir así:

El mantenimiento debe ser planificado, eliminando la improvisación. Debe existir un exacto programa anual de mantenimiento, basado en el costo real de reparaciones de cada máquina, equipo e instrumento presente en cada laboratorio.

Debe existir un equipo de mantenimiento especializado, con funciones claramente definidas dentro del propio organigrama del servicio.

El mantenimiento debe ser considerado como un factor económico de la institución.

Las actividades y costos de mantenimiento, deben traducirse en índices de referencia y comparación; pudiendo de esta forma seguir los pasos de la gestión del servicio de mantenimiento en la institución.

Debe existir información técnica completa en relación con los trabajos de mantenimiento de cada máquina o instalación.

La “calidad de reparación” no debe estar sujeta a urgencias, salvo consiente decisión de los responsables del servicio de mantenimiento en casos excepcionales.

El mantenimiento en los laboratorios de la institución, debe basarse por igual en:

- Elección y distribución de personal especializado,
- Creación y control de un taller propio para atender reparaciones,
- Orden y control de existencias del almacén de recambios,
- Programación Técnico - Económica.

2.4.4 *Mantenimiento correctivo.* Basa su acción en la corrección de daños o fallas luego de que éstos se han producido. Este sistema se basa en la improvisación y representa el más alto costo para la institución. La mayoría de instituciones están acostumbradas a este tipo de mantenimiento, se supone que el equipo siga en servicio hasta que no pueda desempeñar su función normal y que exista la obligación de llamar al servicio de mantenimiento para reparar el daño. Una vez reparado el daño, el servicio de mantenimiento, no atiende de nuevo al equipo hasta que no presente una nueva falla.

2.4.4.1 *Ventajas del mantenimiento correctivo*

- No requiere de una organización técnica muy especializada.
- No exige una programación previa detallada.

2.4.4.2 *Desventajas del mantenimiento correctivo*

- La disponibilidad de los equipos es incierta.
- El costo extra de materiales, repuestos y mano de obra, que puede ser el resultado de una avería imprevista la que podría haberse evitado con un poco de atención.
- Molestias causadas al encargado del laboratorio, el cual, tendrá que abandonar su labor sin haberla terminado, por fallas imprevistas.

2.4.5 *Mantenimiento preventivo.* El mantenimiento preventivo tiene por lema: “Inspeccionar y reparar antes de que se produzca la avería”, es decir, reparar cuando la máquina o instalaciones están aún en cuanto a seguridad, calidad y desgaste, dentro de los límites aceptables. Este tipo de mantenimiento, es la única forma de asegurar al máximo la continuidad del trabajo.

Técnicamente hablando, lo ideal sería que un servicio de mantenimiento trabaje plenamente en preventivo, para dicho efecto, se deberá tomar en cuenta los siguientes factores primarios, para asegurar un mantenimiento que no involucre fallas por una instalación incorrecta:

- Una cimentación adecuada de las máquinas y equipos.
- El uso de aisladores de vibración, conforma sea requerido por las máquinas.
- Un acoplamiento y alineamiento coherente en las máquinas y equipos.
- Una ubicación correcta en un sitio que presente facilidades para desmontar la máquina o equipo cuando las necesidades de mantenimiento así lo requieran.
- Condiciones ambientales de limpieza, relacionadas con la eliminación o ausencia de polvo en el sitio que toque instalar las máquinas o equipos.
- Condiciones de iluminación suficiente.
- Condiciones de aireación y ventilación acordes con los requerimientos de la máquina o equipo a instalar.

2.4.5.1 *Objetivos del mantenimiento preventivo.* Los objetivos del mantenimiento preventivo se pueden sintetizar en la consecución de tres logros de fundamental

importancia y de vital necesidad para una buena economía institucional en el área de mantenimiento:

1. Máximo beneficio actividad - funcionamiento, con máxima eficiencia funcional, alta confiabilidad operativa y elevado grado de seguridad.
2. Reducción al máximo del desgaste o deterioro de los equipos y máquinas, preservando el capital invertido en dichos medios.
3. Ejecución de las dos funciones anteriores de la manera más económica posible con la máxima eficiencia del servicio.(CUADRADO, 2000)

2.5 Gestión del mantenimiento

Son todas las actividades que determinan los objetivos del mantenimiento, las estrategias, responsabilidades, actitudes y se las realizan por medio de la planificación, control y supervisión; se debe tener muy en cuenta los siguientes parámetros para una buena gestión del mantenimiento en los laboratorios.

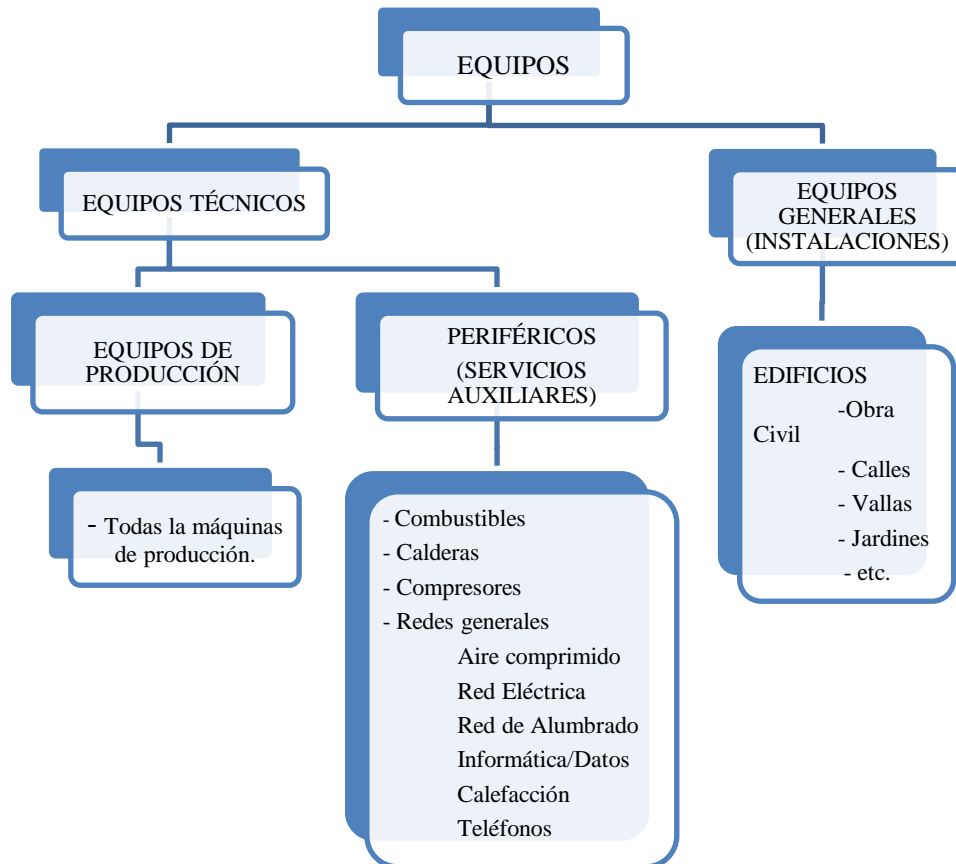
2.5.1 *Inventarios de equipos.* Un inventario de equipos es un registro o listado de todos los equipos codificados y localizados, que debe estar permanentemente actualizado. La codificación permite la gestión técnica, económica y es imprescindible para un tratamiento por ordenador.

También se debe tomar en cuenta dos criterios, el primero sobre la agrupación por tipos de equipos, para clasificar los equipos por familias, plantas, instalaciones entre otros; el segundo criterio de definición de criticidad para asignar prioridades y niveles de mantenimiento a los distintos tipos de equipos.

2.5.2 *Gestión de los equipos.* Lo primero que se debe tener en claro es el inventario de equipos, máquinas e instalaciones a mantener, se debe tomar en cuenta a cada uno de los equipamientos de la institución.

El resultado es un listado de activos físicos de naturaleza muy diversa y que dependerá del tipo de industria. Una posible clasificación se muestra en la siguiente figura:

Figura 29. Clasificación de equipos



Fuente: Francis Boucly. AENOR

2.5.3 Documentos técnicos. Que son suministrados por el fabricante y que deben ser exigidos en la compra para garantizar un buen uso y mantenimiento:

- Características de la máquina o equipo
- Condiciones de servicio especificadas
- Lista de repuestos
- Planos de montaje, esquema eléctrico, electrónico, hidráulico, etc.
- Dimensiones y tolerancias de ajuste
- Instrucciones de montaje
- Instrucciones de funcionamiento
- Normas de seguridad
- Instrucciones de mantenimiento.

2.5.4 *Fichero interno.* Formado por los documentos generados a lo largo de la vida del equipo, éste se debe definir cuidadosamente ya que no debe ser ni demasiado escasa, ni demasiado amplia, para que sea práctica y manejable:

- Codificación
- Condiciones de trabajo reales
- Modificaciones efectuadas y planos actualizados
- Procedimientos de reparación
- Fichero histórico de la máquina o equipo.

2.5.5 *Fichero histórico de la máquina o equipo.* Describe cronológicamente las intervenciones sufridas por la máquina o equipo desde su puesta en servicio. Su explotación posteriormente es lo que justifica su existencia y condiciona su contenido. Se deben recoger todas las intervenciones correctivas y de las preventivas, las que sea por imperativo legal así como calibraciones o verificaciones de instrumentos incluidos en el plan de calibración o puesta a punto.

Una vez obtenido estos datos ya será posible realizar los siguientes análisis:

- a) Análisis de fiabilidad
- b) Análisis de disponibilidad
- c) Análisis de mejora de métodos
- d) Análisis de repuestos
- e) Análisis de la política de mantenimiento:

- Máquinas o equipos con mayor número de averías.
- Máquinas o equipos con mayor importe de averías.
- Tipos de fallos más frecuentes.

2.5.6 *Planeación y programación del mantenimiento.* La planeación es el proceso mediante el cual se determinan los elementos necesarios para realizar una tarea, antes del momento en el que se inicie el trabajo.

El proceso de planeación comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, la lista de materiales, la requisición de compras, los planos y dibujos necesarios, la hoja de planeación de la mano de obra, los estándares de tiempo necesarios antes de programar y liberar la orden de trabajo.

Un procedimiento de planeación eficaz deberá incluir los siguientes pasos:

- Determinar el contenido del trabajo.
- Desarrollar un plan de trabajo.
- Planear, solicitar las partes y los materiales.
- Verificar si se necesitan equipos, herramientas especiales y obtenerlos.
- Revisar los procedimientos de seguridad.
- Establecer prioridades.
- Completar la orden de trabajo.
- Revisar los trabajos pendientes y desarrollar planes para su control.
- Predecir la carga de mantenimiento utilizando una técnica eficaz de pronósticos.

La programación tiene que ver con la hora o el momento específico y el establecimiento de fases o etapas de los trabajos planeados junto con las órdenes para efectuar el trabajo, su monitoreo, control y el reporte de su avance. Una programación confiable debe tomar en cuenta lo siguiente:

Una clasificación de prioridades de trabajos que refleje la urgencia y el grado crítico del trabajo.

Si todos los materiales necesarios para la orden de trabajo están en la planta (si no, la orden de trabajo no debe programarse)

Estimaciones realistas y lo que probablemente sucederá y no lo que el programador desea.

Flexibilidad en el programa.(UTM, 2004)

2.6 Diseño de la investigación

El diseño de investigación constituye el plan general del investigador para obtener respuestas a sus interrogantes, este diseño desglosa las estrategias básicas que el investigador adopta para generar información exacta e interpretable. El diseño también debe especificar los pasos que habrán de tomarse para controlar las variables.

Según Hernández, Fernández, Baptista (2010) existen dos tipos de diseños de la investigación:

- El experimental que consiste en tomar una acción y observar las consecuencias.
- El estudio no experimental consiste en una investigación que se realiza sin manipular las variables.

Para el desarrollo de esta investigación se consultarán diversas fuentes de datos, tanto primarios como secundarios, las cuales se mencionan a continuación.

2.6.1 *Fuente de datos primarios.* Los datos de fuentes primarias que se obtendrán de esta investigación serán las entrevistas que se realizaran a los responsables de los laboratorios.

2.6.2 *Fuente de datos secundarios.* Dentro de los datos secundarios se encuentran fuentes bibliográficas y artículos especializados en mantenimiento de equipos. (HERNÁNDEZ, y otros, 2010)

CAPÍTULO III

3. CARACTERIZACIÓN DE LABORATORIOS

Para el análisis de los equipos, máquinas e instrumentos presentes en los laboratorios se ha realizado mediante una investigación no experimental y se realiza sin manipular deliberadamente variables; lo que se hace en este tipo de investigación es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos (Hernández, Fernández y Baptista, 2003).

Los laboratorios de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo cuentan con un gran número de equipos y máquinas, que sirven de apoyo para la formación profesional de sus estudiantes ya su vez brindar un servicio adecuado a la industria de la región centro, por lo cual es necesario que éstos se encuentren en óptimas condiciones para el desarrollo normal de las actividades que en ellos se realizan, por tanto es necesario realizar un diagnóstico actual de cada laboratorio, para de esta manera verificar la funcionalidad y la disponibilidad de los equipos existentes; con los resultados obtenidos se pretende diseñar un plan de mantenimiento adecuado para alargar la vida útil y mantenerlos en servicio dentro de los parámetros normales como funcionales.

Los laboratorios a diagnosticar son:

- Laboratorio de Resistencia de Materiales
- Laboratorio de Tratamientos Térmicos
- Laboratorio de Ensayos No Destructivos
- Laboratorio de Metalografía

Para realizar el diagnóstico de cada uno de los laboratorios y principalmente de los equipos que lo componen, se pueden tomar un sin número de parámetros que sirven como línea base para verificar el estado actual y el grado de operatividad de cada implemento del laboratorio; es necesario enfatizar que para dicha evaluación se lo

realiza en base a criterios superficiales y no requiere de un diagnóstico técnico especializado, por lo tanto los criterios a seguir son los siguientes:

- A.** *Tipo de equipamiento y agrupamiento.* Considera el tipo de equipo que se trata, para lo cual se lo clasificará de la siguiente manera.

Equipos básicos. Son considerados equipos básicos aquellos que su grado de operatividad es sencilla y cualquier persona no calificada lo puede realizar y cuya inactividad imprevista en el laboratorio puede ser sustituida por un equipo o máquina externa.

Equipos especiales. Son aquellos cuyo grado de operatividad es compleja y tiene que ser operada por personas calificadas y cuya inactividad imprevista no puede ser sustituida por otro equipo o máquina externa.

- B.** *Nivel de riesgo.* Considera el riesgo en el momento de la operación de los equipos.

Equipos de bajo riesgo. Se consideran equipos de bajo riesgo a aquellos que durante su funcionamiento no pueden causar lesiones, cortes y fracturas al operador.

Equipo de mediano riesgo. Son aquellos que durante su funcionamiento pueden ocasionar al operador un daño leve.

Equipos de alto riesgo. Todos aquellos que durante su operación pueden causar lesiones, cortes y fracturas al operador.

Para cada uno de los casos anteriores es necesario considerar el grado de dificultad de operación de cada uno de los equipos, máquinas e instrumentos presentes en los laboratorios, ya que algunos son sumamente costosos y el daño parcial o total de algún componente puede desembocar en la para total del equipo, siendo necesario que personas capacitadas y con experiencia del manejo del equipamiento supervise cada una de las prácticas a realizar.

C. *Grado de obsolescencia.* Denota la antigüedad del equipamiento.

- Equipamiento con más de 12 años de antigüedad.
- Equipamiento con 6 a 12 años de antigüedad.
- Equipamiento actual, de 0 a 6 años de antigüedad.

D. *Requisito histórico de mantenimiento.* Denota las exigencia históricas requeridas por los equipos en concepto de mantenimiento:

Preventivo: Mínimo, medio, extensivo

Correctivo: Mínimo, medio, extensivo

E. *Estado de conservación y funcionamiento.* Indica el estado físico y de funcionamiento en que se encuentra el equipamiento.

- Malo
- Regular
- Bueno

A partir de los literales mencionados anteriormente se procede a dar un valor cuantitativo, calificando a cada uno de los parámetros y su valor se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 1. Calificación para diagnóstico de equipos

CALIFICACIÓN			
NIVEL DE RIESGO	GRADO DE OBSOLECENCIA	REQUISITO HISTÓRICO DE MANTENIMIENTO	ESTADO DE CONSERV. Y FUNCIONAMIENTO
Alto=5	Más de 12 años=5	Extensivo=5	Malo=5
Mediano=3	De 6 a 12 años=3	Medio=3	Regular=3
Bajo=1	Actual=1	Mínimo=1	Bueno=1

Fuente: Autor

Luego se determina el nivel de prioridad y la frecuencia de mantenimiento con que deben ser atendidos cada uno de los equipos.(FMRN-CRS-IMG, 2010)

Tabla 2. Nivel de prioridad y frecuencia de atención a equipos

Nivel de Prioridad P_i – $[1-5] = \text{Sumatoria de la Calificación} / 4$	
[4,5 - 5]	Mantenimiento Preventivo cada 4 meses o recambio
[3,5 - 4]	Mantenimiento Preventivo cada 6 meses
[3,0]	Mantenimiento Preventivo cada 12 meses
[1,0 – 2,5]	Mantenimiento Correctivo

Fuente: Autor

3.1 Diagnóstico del laboratorio de Resistencia de Materiales

El laboratorio de Resistencia de Materiales se encuentra localizado en la planta baja de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

En la tabla 3, se detalla los equipos y máquinas existentes, código de inventario (de acuerdo a la Unidad de Control de Bienes de la ESPOCH), año de puesta en operación, edad del equipo y estado de operatividad.

Tabla 3. Inventario máquinas y equipos – Laboratorio de Resistencia de Materiales

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO (UCB)	PUESTA EN OPERACIÓN (AÑO)	EDAD DEL EQUIPO (AÑOS)	ESTADO DE OPERATIVIDAD
Máquina Universal	13581	1979	34	Operativo
Máquina de torsión	13580	1979	34	Operativo
Máquina de fatiga	13684	1992	21	Operativo
Banco experimental para ensayos de flexión	ND	2012	1	Operativo
Péndulo Charpy 1	13630	1991	22	Operativo
Péndulo Charpy 2	13681	1991	22	Operativo
Taladro	44450	2005	8	Operativo

Fuente: ESPOCH- Unidad de Control de Bienes

3.1.1 Tipo de equipamiento y agrupamiento. El equipamiento presente en el laboratorio ha sido dividido de acuerdo al grado de complejidad de su operación, el nivel de automatización de cada uno de los equipos y máquinas encontrándose dispuesto de la siguiente manera.

Tabla 4. Agrupamiento del equipamiento- Laboratorio de Resistencia de Materiales

EQUIPOS BÁSICOS	EQUIPOS ESPECIALES
Péndulo Charpy 1	Máquina Universal
Taladro	Máquina de torsión
	Péndulo Charpy 2
	Banco experimental para ensayos de flexión
	Máquina de fatiga

Fuente: Autor

3.1.2 Nivel de riesgo. El nivel de riesgo presente en cada uno de los equipos se muestra en la tabla 5; se puede observar que la mayoría de equipos presentes en este laboratorio presenta un riesgo alto para el operador, por lo que es necesario tomar las normas de seguridad necesarias en el momento de su funcionamiento.

Tabla 5. Nivel de riesgo del equipamiento- Laboratorio de Resistencia de Materiales

DESCRIPCIÓN	RIESGO		
	BAJO	MEDIANO	ALTO
Máquina Universal	✗	✗	✓
Máquina de torsión	✗	✗	✓
Máquina de fatiga	✗	✗	✓
Banco experimental para ensayos de flexión	✗	✗	✓
Péndulo Charpy 1	✗	✓	✗
Péndulo Charpy 2	✗	✗	✓
Taladro	✗	✗	✓

Fuente: Autor

3.1.3 Grado de obsolescencia. Se puede observar en la tabla 6 que la mayoría del equipamiento de este laboratorio supera los 12 años de vida.

Tabla 6. Años de vida del equipamiento - Laboratorio de Resistencia de Materiales

DESCRIPCIÓN	0-6 Años	6-12 Años	Mayor a 12 Años
Máquina Universal	✗	✗	✓
Máquina de torsión	✗	✗	✓
Máquina de fatiga	✗	✗	✓
Banco experimental para ensayos de flexión	✓	✗	✗
Péndulo Charpy 1	✗	✗	✓
Péndulo Charpy 2	✗	✗	✓
Taladro	✗	✓	✗

Fuente: Autor

3.1.4 Requisito histórico de mantenimiento. La gran mayoría de equipos no cuenta con la información, ni con los datos necesarios para obtener un criterio acertado del tipo de mantenimiento que se ha brindado a cada uno de los equipos; el responsable del laboratorio ha mencionado que se ha realizado un mantenimiento medio o mínimo, no existe ninguna documentación para verificar dichas afirmaciones.

Tabla 7. Mantenimiento a equipamiento – Laboratorio de Resistencia de Materiales

DESCRIPCIÓN	MANTENIMIENTO		
	PREVENTIVO - CORRECTIVO		
	MÍNIMO	MEDIO	EXTENSIVO
Máquina Universal	✗	✓	✗
Máquina de torsión	✗	✓	✗
Máquina de fatiga	✗	✓	✗
Banco experimental para ensayos de flexión	✗	✗	✓
Péndulo Charpy 1	✗	✓	✗
Péndulo Charpy 2	✓	✗	✗
Taladro	✗	✓	✗

Fuente: Responsable del laboratorio

3.1.5 Estado de conservación y funcionamiento. Se indica el estado de conservación y de funcionamiento de los equipos presentes, teniendo en cuenta que todos se encuentran operativos y su desempeño en el laboratorio es en su mayoría regular, gracias a las acciones prestadas por el responsable del laboratorio quien ha brindado un mantenimiento en base a la experiencia y al conocimiento del desempeño de cada equipo.

Tabla 8. Estado de conservación y funcionamiento del equipamiento – Laboratorio de Resistencia de Materiales

DESCRIPCIÓN	CONSERVACIÓN FUNCIONAMIENTO		
	MALO	REGULAR	BUENO
Máquina Universal	✗	✗	✓
Máquina de torsión	✗	✗	✓
Máquina de fatiga	✗	✗	✓
Banco experimental para ensayos de flexión	✗	✓	✗
Péndulo Charpy 1	✗	✓	✗
Péndulo Charpy 2	✗	✓	✗
Taladro	✗	✓	✗

Fuente: ESPOCH – Unidad de Control de Bienes

3.1.6 Nivel de prioridad del laboratorio de Resistencia de Materiales. Se procede a calificar cada parámetro para determinar el nivel de prioridad de cada equipo.

Tabla 9. Nivel de prioridad – Laboratorio de Resistencia de Materiales

DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN					
	B	C	D	E	PROMEDIO	N.P.
Máquina Universal	5	5	3	1	3,5	[3,5 – 4]
Máquina de torsión	5	5	3	1	3,5	[3,5 – 4]
Máquina de fatiga	5	5	3	1	3,5	[3,5 – 4]
Banco experimental para ensayos de flexión	5	1	5	3	3,5	[3,5 – 4]
Péndulo Charpy 1	3	5	3	3	3,5	[3,5 – 4]
Péndulo Charpy 2	5	5	1	3	3,5	[3,5 – 4]
Taladro	5	3	3	3	3,5	[3,5 – 4]

Fuente: Autor

El nivel de prioridad designado es un mantenimiento preventivo cada 6 meses que a nivel de la facultad sería satisfactorio ya que la gran mayoría de los equipos y máquinas trabajan escasas horas semestralmente o solo trabajan durante la práctica designada en el semestre.

3.2 Diagnóstico del laboratorio de Tratamientos Térmicos

El laboratorio de Tratamientos Térmicos se encuentra localizado en la planta baja de la Escuela de Ingeniería Mecánica. En la tabla 10, se detalla los equipos y máquinas existentes, código de inventario (de acuerdo a la Unidad de Control de Bienes de la ESPOCH), año de puesta en operación, edad del equipo y estado de operatividad.

Tabla 10. Inventario máquinas y equipos – Laboratorio de Tratamientos Térmicos

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO (UCB)	PUESTA EN OPERACIÓN (AÑO)	EDAD DEL EQUIPO (AÑOS)	ESTADO DE OPERATIVIDAD
Durómetro	9183	1991	22	Operativo
Horno 1	9195	1991	22	Operativo
Horno 2	9196	1991	22	Operativo
Horno de sales	9194	1991	22	Operativo
Máquina para el ensayo Jominy	64443	1991	22	Operativo
Mufla	9192	1991	22	Operativo
Rectificador para galvanoplastia	9181	1980	33	Operativo

Fuente: ESPOCH-Unidad de Control de Bienes

3.2.1 *Tipo de equipamiento y agrupamiento.* El equipamiento de este laboratorio se encuentra agrupado de la siguiente manera.

Tabla 11. Agrupamiento del equipamiento- Laboratorio de Tratamientos Térmicos

EQUIPOS BÁSICOS	EQUIPOS ESPECIALES
Durómetro	Horno de sales
Horno 1	Máquina para el ensayo Jominy
Horno 2	Rectificador para galvanoplastia
Mufla	

Fuente: Autor

3.2.2 Nivel de riesgo. El nivel de riesgo que presentan las máquinas y equipos del laboratorio de Tratamientos Térmicos se representa en la tabla 12, de los cuales la mayoría presenta un riesgo alto para el operador, por lo que es necesario que se tomen muy en cuentas las normas de seguridad y operación de cada equipo expuesto en el manual de este laboratorio.

Tabla 12. Nivel de riesgo del equipamiento - Laboratorio de Tratamientos Térmicos

DESCRIPCIÓN	RIESGO		
	BAJO	MEDIANO	ALTO
Durómetro	✓	✗	✗
Horno 1	✗	✗	✓
Horno 2	✗	✗	✓
Horno de sales	✗	✗	✓
Máquina para el ensayo Jominy	✗	✓	✗
Mufla	✗	✗	✓
Rectificador para galvanoplastia	✗	✗	✓

Fuente: Autor

3.2.3 Grado de obsolescencia. En la tabla 13 se puede observar que todos los equipos superan los 12 años de vida.

Tabla 13. Años de vida del equipamiento - Laboratorio de Tratamientos Térmicos

DESCRIPCIÓN	0-6 Años	6-12 Años	Mayor a 12 Años
Durómetro	✗	✗	✓
Horno 1	✗	✗	✓
Horno 2	✗	✗	✓
Horno de sales	✗	✗	✓
Máquina para el ensayo Jominy	✗	✗	✓
Mufla	✗	✗	✓
Rectificador para galvanoplastia	✗	✗	✓

Fuente: Autor

3.2.4 Requisito histórico de mantenimiento. Esta información ha sido brindada por el responsable del laboratorio, donde no se pudo obtener documentos que verifiquen la misma.

Tabla 14. Mantenimiento a equipamiento – Laboratorio de Tratamientos Térmicos

DESCRIPCIÓN	MANTENIMIENTO		
	PREVENTIVO - CORRECTIVO		
	MÍNIMO	MEDIO	EXTENSIVO
Durómetro	✗	✓	✗
Horno 1	✗	✓	✗
Horno 2	✗	✓	✗
Horno de sales	✗	✓	✗
Máquina para el ensayo Jominy	✗	✓	✗
Mufla	✗	✓	✗
Rectificador para galvanoplastia	✗	✓	✗

Fuente: Responsable del laboratorio

3.2.5 Estado de conservación y funcionamiento. La conservación de cada uno de los equipos ha sido gracias a la intervención del responsable del laboratorio, prestando un mantenimiento en base a su experiencia y conocimiento acerca de cada equipo.

Tabla 15. Estado de conservación y funcionamiento del equipamiento – Laboratorio de Tratamientos Térmicos

DESCRIPCIÓN	CONSERVACIÓN FUNCIONAMIENTO		
	MALO	REGULAR	BUENO
Durómetro	✓	✗	✗
Horno 1	✗	✗	✓
Horno 2	✗	✗	✓
Horno de sales	✗	✗	✓
Máquina para el ensayo Jominy	✗	✓	✗
Mufla	✗	✓	✗
Rectificador para galvanoplastia	✗	✓	✗

Fuente: Responsable del laboratorio

3.2.6 Nivel de prioridad del laboratorio de Tratamientos Térmicos. Se procede a calificar a cada parámetro para determinar el nivel de prioridad de cada equipo.

Tabla 16. Nivel de prioridad - Laboratorio de Tratamientos Térmicos

DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN					
	B	C	D	E	PROMEDIO	N.P.
Durómetro	1	5	3	5	3,5	[3,5 – 4]
Horno 1	5	5	3	1	3,5	[3,5 – 4]
Horno 2	5	5	3	1	3,5	[3,5 – 4]
Horno de sales	5	5	3	1	3,5	[3,5 – 4]
Máquina para el ensayo Jominy	3	5	3	3	3,5	[3,5 – 4]
Mufla	5	5	3	3	4	[3,5 – 4]
Rectificador para galvanoplastia	5	5	3	3	4	[3,5 – 4]

Fuente: Autor

Se debe prestar un mantenimiento preventivo cada 6 meses a cada uno de los equipos presentes en este laboratorio, se debe prestar este servicio de mantenimiento una vez finalizado el semestre por los responsables de turno y si es necesario realizar los recambios necesarios de cada equipo para una funcionalidad normal de cada equipo.

3.3 Diagnóstico del laboratorio de Ensayos No Destructivos

Tabla 17. Inventario máquinas y equipos – Laboratorio de Ensayos No Destructivos

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO (UCB)	PUESTA EN OPERACIÓN (AÑO)	EDAD DEL EQUIPO (AÑOS)	ESTADO DE OPERATIVIDAD
Bandeja	8367	1991	22	Operativo
Equipo de magnetización por puntas	8364	1991	22	Operativo
Medidor de espesores por ultrasonido 1	80647	2010	3	Operativo
Equipo de ultrasonido 1	8358	1991	22	Operativo
Equipo de ultrasonido 2	ND	2012	1	Operativo
Medidor de espesores por ultrasonido 2	8362	1991	22	Operativo
Yugo magnético	8366	1991	22	Operativo

Fuente: ESPOCH – Unidad de Control de Bienes.

El laboratorio de Ensayos No Destructivos se encuentra localizado en la planta baja de la Escuela de Ingeniería Mecánica. En la tabla 17, se detalla los equipos y máquinas existentes, código de inventario (de acuerdo a la Unidad de Control de Bienes de la ESPOCH), año de puesta en operación, edad del equipo y estado de operatividad.

3.3.1 *Tipo de equipamiento y agrupamiento.* El equipamiento de este laboratorio se encuentra agrupado de la siguiente manera.

Tabla 18. Agrupamiento del equipamiento- Laboratorio de Ensayos No Destructivos

EQUIPOS BÁSICOS	EQUIPOS ESPECIALES
Bandeja	Equipo de magnetización por puntas
Yugo magnético	Medidor de espesores por ultrasonido 1
	Equipo de ultrasonido 1 (para defectología)
	Equipo de ultrasonido 2 (para defectología)
	Medidor de espesores por ultrasonido 2

Fuente: Autor

3.3.2 *Nivel de riesgo.* El nivel de riesgo que presentan las máquinas y equipos en su mayoría es alto ya que son equipos que económicamente son caros, además que para obtener resultados verídicos deben ser manejados por personas con mucha experiencia en el campo de E.N.D.

Tabla 19. Nivel de riesgo del equipamiento- Laboratorio de Ensayos No Destructivos

DESCRIPCIÓN	RIESGO		
	BAJO	MEDIANO	ALTO
Bandeja	✗	✓	✗
Equipo de magnetización por puntas	✗	✗	✓
Medidor de espesores por ultrasonido 1	✗	✗	✓
Equipo de ultrasonido 1 (para defectología)	✗	✗	✓
Equipo de ultrasonido 2 (para defectología)	✗	✗	✓
Medidor de espesores por ultrasonido 2	✗	✗	✓
Yugo magnético	✗	✓	✗

Fuente: Autor

3.3.3 Grado de obsolescencia. En la siguiente tabla se observa los equipos y máquinas con el número de años de servicio en el laboratorio, que en su gran mayoría superan los 12 años

Tabla 20. Años de vida del equipamiento - Laboratorio de Ensayos No Destructivos

DESCRIPCIÓN	0-6 Años	6-12 Años	Mayor a 12 Años
Bandeja	✗	✗	✓
Equipo de magnetización por puntas	✗	✗	✓
Medidor de espesores por ultrasonido 1	✓	✗	✗
Equipo de ultrasonido 1 (para defectología)	✗	✗	✓
Equipo de ultrasonido 2 (para defectología)	✓	✗	✗
Medidor de espesores por ultrasonido 2	✗	✗	✓
Yugo magnético	✗	✗	✓

Fuente: Autor

3.3.4 Requisito histórico de mantenimiento. A continuación se presenta una tabla donde se verifica el tipo de mantenimiento prestado a los equipamientos del laboratorio, esta información ha sido facilitada por el responsable del laboratorio pero no existen documentos que avalen la misma.

Tabla 21. Mantenimiento a equipamiento – Laboratorio de Ensayos No Destructivos

DESCRIPCIÓN	MANTENIMIENTO		
	PREVENTIVO - CORRECTIVO		
	MÍNIMO	MEDIO	EXTENSIVO
Bandeja	✗	✓	✗
Equipo de magnetización por puntas	✗	✓	✗
Medidor de espesores por ultrasonido 1	✗	✗	✓
Equipo de ultrasonido 1 (para defectología)	✗	✓	✗
Equipo de ultrasonido 2 (para defectología)	✗	✗	✓
Medidor de espesores por ultrasonido 2	✗	✓	✗
Yugo magnético	✗	✓	✗

Fuente: Responsable del laboratorio.

3.3.5 Estado de conservación y funcionamiento. Aquí se indica el estado de conservación y de funcionamiento de los equipos, cuyo funcionamiento es regular gracias al mantenimiento brindado por el responsable del laboratorio.

Tabla 22. Estado de conservación y funcionamiento del equipamiento - Laboratorio de Ensayos No Destructivos

DESCRIPCIÓN	CONSERVACIÓN FUNCIONAMIENTO		
	MALO	REGULAR	BUENO
Bandeja	✗	✓	✗
Equipo de magnetización por puntas	✗	✓	✗
Medidor de espesores por ultrasonido 1	✗	✓	✗
Equipo de ultrasonido 1(para defectología)	✗	✓	✗
Equipo de ultrasonido 2(para defectología)	✗	✓	✗
Medidor de espesores por ultrasonido 2	✗	✓	✗
Yugo magnético	✗	✓	✗

Fuente: Autor

3.3.6 Nivel de prioridad del laboratorio de Ensayos No Destructivos. Se procede a calificar a cada parámetro para determinar el nivel de prioridad de cada equipo.

Tabla 23. Nivel de Prioridad– Laboratorio de Ensayos No Destructivos

DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN					
	B	C	D	E	PROMEDIO	N.P.
Bandeja	3	5	3	3	3,5	[3,5 – 4]
Equipo de magnetización por puntas	5	5	3	3	4	[3,5 – 4]
Medidor de espesores por ultrasonido 1	5	1	5	3	3,5	[3,5 – 4]
Equipo de ultrasonido 1	5	5	3	3	4	[3,5 – 4]
Equipo de ultrasonido 2	5	1	5	3	3,5	[3,5 – 4]
Medidor de espesores por ultrasonido 2	5	5	3	3	4	[3,5 – 4]
Yugo magnético	3	5	3	3	3,5	[3,5 – 4]

Fuente: Autor

El nivel de prioridad en este laboratorio es un mantenimiento preventivo cada 6 meses; es necesario en algunos equipos que gente calificada realice dichos procedimientos.

3.4 Diagnóstico del laboratorio de Metalografía

El laboratorio de Metalografía se encuentra localizado en la planta baja de la Escuela de Ingeniería Mecánica. En la tabla 24, se detallará los equipos y máquinas existentes, código de inventario (de acuerdo a la Unidad de Control de Bienes de la ESPOCH), año de puesta en operación, edad del equipo y estado de operatividad.

Tabla 24. Inventario máquinas y equipos – Laboratorio de Metalografía

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO (UCB)	PUESTA EN OPERACIÓN (AÑO)	EDAD DEL EQUIPO (AÑOS)	ESTADO DE OPERATIVIDAD
Balanza	14105	1991	22	Operativo
Compresor	ND	2012	1	Operativo
Cortadora de disco	14118	1991	22	Operativo
Desbastadora 1	14111	1991	22	Operativo
Desbastadora 2	14112	1991	22	Operativo
Desbastadora 3	14113	1991	22	Operativo
Desbastadora 4	14114	1991	22	Operativo
Desbastadora 5	14115	1991	22	Operativo
Equipo para lavado ultrasónico	19309	1991	22	Operativo
Máquina pulidora 1	14121	1991	22	Operativo
Máquina pulidora 2	80644	2010	3	Operativo
Máquina pulidora 3	80645	2010	3	Operativo
Microdurómetro	14133	1991	22	Operativo
Microscopio 1	80648	2010	3	Operativo
Microscopio 2	14103	1991	22	Operativo
Microscopio 3	14104	1991	22	Operativo
Microscopio 4	14062	1991	22	Operativo
Microscopio 5	14030	1991	22	Operativo
Microscopio 6	14011	1991	22	Operativo
Microscopio 7	13863	1991	22	Operativo
Microscopio 8	13901	1991	22	Operativo
Microscopio 9	13939	1991	22	Operativo
Microscopio 10	13975	1991	22	Operativo
Mini desbastadora	14115	1991	22	Operativo
Montador de probetas 1	80646	2010	3	Operativo
Montador de probetas 2	14116	1991	22	Operativo
Probador de dureza	80643	2010	3	Operativo

Fuente: ESPOCH – Unidad de Control de Bienes

3.4.1 *Tipo de equipamiento y agrupamiento.* El equipamiento del laboratorio de Metalografía se lo ha agrupado de acuerdo al grado de complejidad y se encuentran dispuestos de la siguiente manera.

Tabla 25. Agrupamiento del equipamiento- Laboratorio de Metalografía

EQUIPOS BÁSICOS	EQUIPOS ESPECIALES
Balanza	Cortadora de disco
Compresor	Equipo para lavado ultrasónico
Desbastadora 1	Máquina pulidora 1
Desbastadora 2	Microdurómetro
Desbastadora 3	Microscopio 1
Desbastadora 4	Microscopio 4
Desbastadora 5	Montador de probetas 1
Máquina pulidora 2	Montador de probetas 2
Máquina pulidora 3	Probador de dureza
Microscopio 2	
Microscopio 3	
Microscopio 5	
Microscopio 6	
Microscopio 7	
Microscopio 8	
Microscopio 9	
Microscopio 10	
Mini desbastadora	

Fuente: Autor

3.4.2 *Nivel de riesgo.* El nivel de riesgo que presentan las máquinas, equipos e instrumentos en el laboratorio de Metalografía es de acuerdo a la complejidad de operación y el daño que pueden ocasionar al operador durante su puesta en funcionamiento.

Es necesario que el responsable del laboratorio se encuentre presente durante el funcionamiento de equipos que presenten un riesgo alto para el operador; en la tabla 26 se describe el nivel de riesgo de cada implemento.

Tabla 26. Nivel de riesgo del equipamiento - Laboratorio de Metalografía

DESCRIPCIÓN	RIESGO		
	BAJO	MEDIANO	ALTO
Balanza	✓	✗	✗
Compresor	✗	✗	✓
Cortadora de disco	✗	✗	✓
Desbastadora 1	✓	✗	✗
Desbastadora 2	✓	✗	✗
Desbastadora 3	✓	✗	✗
Desbastadora 4	✓	✗	✗
Desbastadora 5	✓	✗	✗
Equipo para lavado ultrasónico	✗	✗	✓
Máquina pulidora 1	✗	✗	✓
Máquina pulidora 2	✗	✗	✓
Máquina pulidora 3	✗	✗	✓
Microdurómetro	✗	✗	✓
Microscopio 1	✗	✗	✓
Microscopio 2	✗	✓	✗
Microscopio 3	✓	✗	✗
Microscopio 4	✗	✗	✓
Microscopio 5	✗	✓	✗
Microscopio 6	✗	✓	✗
Microscopio 7	✗	✓	✗
Microscopio 8	✗	✓	✗
Microscopio 9	✗	✓	✗
Microscopio 10	✗	✓	✗
Mini desbastadora	✓	✗	✗
Montador de probetas 1	✗	✗	✓
Montador de probetas 2	✗	✗	✓
Probador de dureza	✗	✗	✓

Fuente: Autor

3.4.3 Grado de obsolescencia. En la siguiente tabla se observa los equipos y máquinas con el número de años de servicio en el laboratorio.

Tabla 27. Años de vida del equipamiento - Laboratorio de Metalografía

DESCRIPCIÓN	0-6 Años	6-12 Años	Mayor a 12 Años
Balanza	✗	✗	✓
Compresor	✓	✗	✗
Cortadora de disco	✗	✗	✓
Desbastadora 1	✗	✗	✓
Desbastadora 2	✗	✗	✓
Desbastadora 3	✗	✗	✓
Desbastadora 4	✗	✗	✓
Desbastadora 5	✗	✗	✓
Equipo para lavado ultrasónico	✗	✗	✓
Máquina pulidora 1	✗	✗	✓
Máquina pulidora 2	✓	✗	✗
Máquina pulidora 3	✓	✗	✗
Microdurómetro	✗	✗	✓
Microscopio 1	✓	✗	✗
Microscopio 2	✗	✗	✓
Microscopio 3	✗	✗	✓
Microscopio 4	✗	✗	✓
Microscopio 5	✗	✗	✓
Microscopio 6	✗	✗	✓
Microscopio 7	✗	✗	✓
Microscopio 8	✗	✗	✓
Microscopio 9	✗	✗	✓
Microscopio 10	✗	✗	✓
Mini desbastadora	✗	✗	✓
Montador de probetas 1	✓	✗	✗
Montador de probetas 2	✗	✗	✓
Probador de dureza	✓	✗	✗

Fuente: Autor

3.4.4 Requisito histórico de mantenimiento. En la siguiente tabla se presenta el mantenimiento que se ha prestado al equipamiento. Esta información fue obtenida del responsable del laboratorio, no se obtuvo documentos que avalen la misma.

Tabla 28. Mantenimiento a equipamiento – Laboratorio de Metalografía

DESCRIPCIÓN	MANTENIMIENTO		
	PREVENTIVO - CORRECTIVO		
	MÍNIMO	MEDIO	EXTENSIVO
Balanza	✗	✗	✓
Compresor	✗	✗	✓
Cortadora de disco	✗	✗	✓
Desbastadora 1	✗	✗	✓
Desbastadora 2	✗	✗	✓
Desbastadora 3	✗	✗	✓
Desbastadora 4	✗	✗	✓
Desbastadora 5	✗	✗	✓
Equipo para lavado ultrasónico	✗	✓	✗
Máquina pulidora 1	✗	✓	✗
Máquina pulidora 2	✗	✗	✓
Máquina pulidora 3	✗	✗	✓
Microdurómetro	✗	✓	✗
Microscopio 1	✗	✗	✓
Microscopio 2	✗	✓	✗
Microscopio 3	✗	✗	✓
Microscopio 4	✗	✓	✗
Microscopio 5	✗	✓	✗
Microscopio 6	✗	✓	✗
Microscopio 7	✗	✓	✗
Microscopio 8	✗	✓	✗
Microscopio 9	✗	✓	✗
Microscopio 10	✗	✓	✗
Mini desbastadora	✗	✗	✓
Montador de probetas 1	✗	✗	✓
Montador de probetas 2	✗	✓	✗
Probador de dureza	✗	✗	✓

Fuente: Responsable del laboratorio

3.4.5 Estado de conservación y funcionamiento. Aquí se indica el estado de conservación y de funcionamiento de los equipos.

Tabla 29. Estado de conservación y funcionamiento del equipamiento – Laboratorio de Metalografía

DESCRIPCIÓN	CONSERVACIÓN FUNCIONAMIENTO		
	MALO	REGULAR	BUENO
Balanza	✗	✓	✗
Compresor	✗	✓	✗
Cortadora de disco	✗	✗	✓
Desbastadora 1	✗	✓	✗
Desbastadora 2	✗	✓	✗
Desbastadora 3	✗	✓	✗
Desbastadora 4	✗	✓	✗
Desbastadora 5	✗	✓	✗
Equipo para lavado ultrasónico	✗	✓	✗
Máquina pulidora 1	✗	✓	✗
Máquina pulidora 2	✗	✓	✗
Máquina pulidora 3	✗	✓	✗
Microdurómetro	✗	✓	✗
Microscopio 1	✗	✓	✗
Microscopio 2	✗	✓	✗
Microscopio 3	✗	✓	✗
Microscopio 4	✗	✓	✗
Microscopio 5	✗	✓	✗
Microscopio 6	✗	✓	✗
Microscopio 7	✗	✓	✗
Microscopio 8	✗	✓	✗
Microscopio 9	✗	✓	✗
Microscopio 10	✗	✓	✗
Mini desbastadora	✗	✓	✗
Montador de probetas 1	✗	✓	✗
Montador de probetas 2	✗	✓	✗
Probador de dureza	✗	✓	✗

Fuente: Autor

3.4.6 Nivel de prioridad del laboratorio de Metalografía. Se procede a calificar a cada parámetro para determinar el nivel de prioridad de cada equipo.

Tabla 28. Nivel de prioridad– Laboratorio de Ensayos No Destructivos

DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN					
	B	C	D	E	PROMEDIO	N.P.
Balanza	1	5	5	3	3,5	[3,5 – 4]
Compresor	5	1	5	3	3,5	[3,5 – 4]
Cortadora de disco	5	5	5	1	4	[3,5 – 4]
Desbastadora 1	1	5	5	3	3,5	[3,5 – 4]
Desbastadora 2	1	5	5	3	3,5	[3,5 – 4]
Desbastadora 3	1	5	5	3	3,5	[3,5 – 4]
Desbastadora 4	1	5	5	3	3,5	[3,5 – 4]
Desbastadora 5	1	5	5	3	3,5	[3,5 – 4]
Equipo para lavado ultrasónico	5	5	3	3	4	[3,5 – 4]
Máquina pulidora 1	5	5	3	3	4	[3,5 – 4]
Máquina pulidora 2	5	1	5	3	3,5	[3,5 – 4]
Máquina pulidora 3	5	1	5	3	3,5	[3,5 – 4]
Microdurómetro	5	5	3	3	4	[3,5 – 4]
Microscopio 1	5	1	5	3	3,5	[3,5 – 4]
Microscopio 2	3	5	3	3	3,5	[3,5 – 4]
Microscopio 3	1	5	5	3	3,5	[3,5 – 4]
Microscopio 4	5	5	3	3	4	[3,5 – 4]
Microscopio 5	3	5	3	3	3,5	[3,5 – 4]
Microscopio 6	3	5	3	3	3,5	[3,5 – 4]
Microscopio 7	3	5	3	3	3,5	[3,5 – 4]
Microscopio 8	3	5	3	3	3,5	[3,5 – 4]
Microscopio 9	3	5	3	3	3,5	[3,5 – 4]
Microscopio 10	3	5	3	3	3,5	[3,5 – 4]
Mini desbastadora	1	5	5	3	3,5	[3,5 – 4]
Montador de probetas 1	5	1	5	3	3,5	[3,5 – 4]
Montador de probetas 2	5	5	3	3	4	[3,5 – 4]
Probador de dureza	5	1	5	3	3,5	[3,5 – 4]

Fuente: Autor

Tanto para los laboratorios de Resistencia de Materiales, Tratamientos Térmicos, Ensayos No Destructivos y Metalografía, la mayoría de equipamiento supera los 12 años de vida útil y cuyo funcionamiento es regular gracias al mantenimiento que ha brindado cada una de las personas a cargo de los laboratorios en base a la experiencia adquirida.

El mantenimiento que se debe prestar a máquinas, equipos e instrumentos existentes en cada uno de los laboratorios es un mantenimiento preventivo cada seis meses, cuyas tareas deben ser ejecutadas por los responsables de turno.

CAPÍTULO IV

4. ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS

Se ha desarrollado un manual de operación y mantenimiento con el fin de apoyar a estudiantes y a los responsables de los distintos laboratorios de la Facultad de Mecánica, a familiarizarse con la correcta operación y mantenimiento de instrumentos, equipos y máquinas existentes, no se pretende que los lineamientos incluidos en el manual para cada laboratorio conviertan a quien lo consulte en un experto capaz, de solucionar cualquier problema que pueda presentarse. Para la elaboración de cada uno de los manuales se han basado en los siguientes parámetros.

Cada instrumento, equipo o máquina, ha sido designado con un nombre, código, cuenta, inventario y ubicación individual, que facilitará su pronta identificación y localización.

Se han introducido fotografías para identificar sin lugar a equivocaciones, el tipo de equipo que se está considerando.

Cada implemento contiene fichas donde se describe sus partes principales, datos técnicos, función, proceso, descripción, control y seguridad.

4.1 Sistemas de codificación

Se ha tomado la codificación significativa ya que describe en mayor o menor grado las características del objeto; para la determinación de los niveles jerárquicos se ha tomado como base el Software SisMAC que posee seis niveles jerárquicos.

Localizaciones

Área de Proceso

Sistemas

Equipos

Componentes y Elementos

4.1.1 Codificación de equipos, máquinas e instrumentos. Para la codificación de cada uno de los implementos que conforman los distintos laboratorios, se ha basado en tres niveles jerárquicos, además este código es de uso interno e independiente al código de la Unidad de Control de Bienes de la ESPOCH.

FAME–LM–MC01

Facultad

FAME – Facultad de Mecánica

Área

LM – Laboratorio de Metalografía

Equipo

MC – Microscopio

Número de Equipo

Cantidad de equipos con similares o iguales características

4.1.2 Codificación de las tareas de mantenimiento. Mediante la codificación de las tareas se puede determinar el tipo de mantenimiento que se debe prestar a determinado equipo.

10 – b 1

Número correspondiente a la tarea

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Tipo de tarea a realizar

Mecánicas

Secuencia de la tarea



Rodamientos

4.2 Elaboración de fichas

Los criterios considerados en la elaboración de fichas para los manuales de los diferentes laboratorios fueron los siguientes:

1. Logos tanto de la ESPOCH como de la Facultad de Mecánica.
2. Versión.
3. Nombre del equipo, máquina o instrumento.
4. Nombre de la ficha
5. Nombre del laboratorio en cual se encuentra el implemento
6. Número de ficha
7. Codificación correspondiente.
8. Código del inventario de la Unidad de Control de Bienes.
9. Cuenta de la Unidad de Control de Bienes.
10. Ubicación.
11. Foto actualizada de cada máquina, equipo o instrumento


Figura 30. Criterio para la elaboración de fichas


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		TALADRO			Ficha: 1-2 Código: FAME-RM-TL01 Inventario: 44450 Cuenta: 141.01.04.02.023 Ubicación: Edificio Ing. Mecánica				
Versión: 2013		LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES							
#	Nombre	Característica o Sub - elementos				Equipo			
01	Taladro	Marca: TARGET Modelo: K1316 Serie: 04397 Eje: MT2 Potencia: 1/3 Hp Voltaje: 110-220 V Datos del Motor Eléctrico Potencia : 1/3 Hp Serie: 001304KK Amperaje: 6.8 – 3 A Frecuencia: 60 Hz RPM: 1720 Fase: 1 Clase: A Temperatura Máx.: 60°C Utiliza una correa MOUNTAIN B-2-1-1 en el sistema de transmisión							

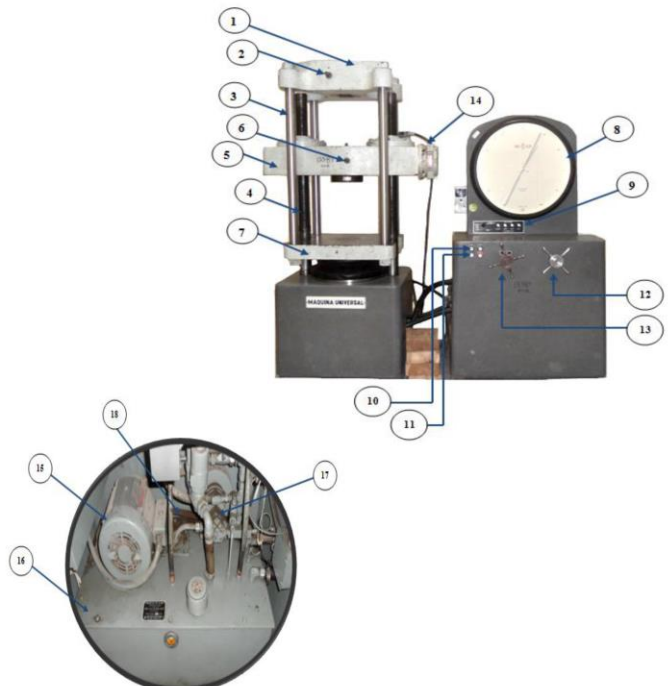
Fuente: Autor

4.2.1 Ficha de componentes principales. En esta ficha se describe las características técnicas del equipo o máquina y sus componentes principales.

Figura 31. Ficha de componentes principales

		MÁQUINA UNIVERSAL		Ficha: 1-2
Versión: 2013		DATOS TÉCNICOS – COMPONENTES PRINCIPALES		Código: FAME-RM-MU01
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES		Cuenta: 141.01.04.45.561		Ubicación: Edificio Ing. Mecánica

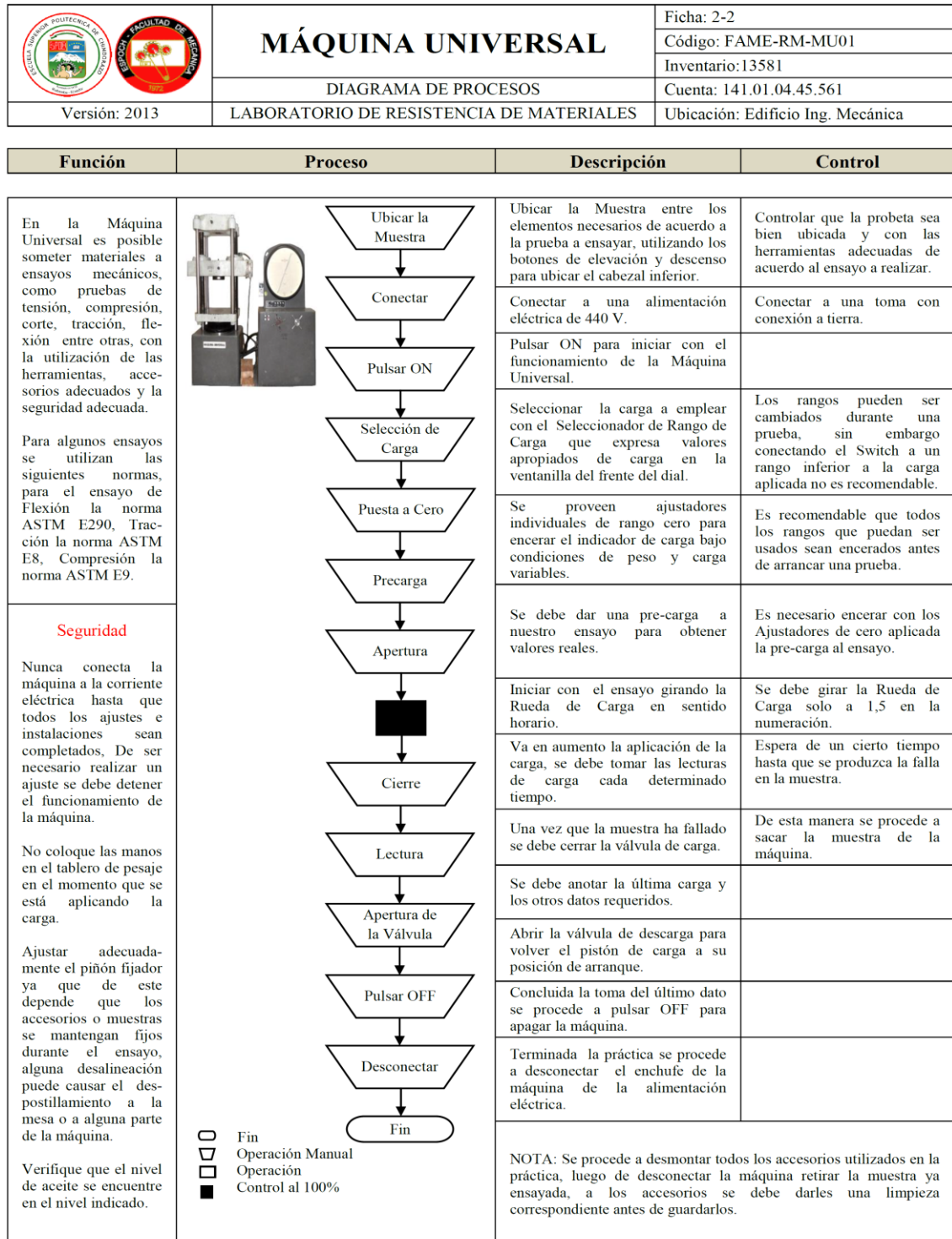
#	Nombre	Característica o Sub - elementos	Equipo
01	Máquina Universal	<p> Marca: TINIUS OLSEN Capacidad: 100 000 Kg Motor Eléctrico Cabezal Inferior Marca: General Electric Modelo: 5K180HJ204B Nº: GMF Potencia: 3 Hp Intensidad: 3.2 – 1.6 A Factor de Servicio: 1 Frecuencia: 60 Hz RPM: 1735 Alimentación Eléctrica: 208 -220 / 440 V </p> <p> Características del Conjunto Hidráulico Capacidad del Reservorio: 13 Galones Motor Eléctrico Marca: General Electric Modelo: 5K182AL214D Nº: CMF Potencia: 3 Hp Intensidad: 8.6 – 4.3 A Factor de Servicio: 1.15 Frecuencia: 60 Hz RPM: 1725 Alimentación Eléctrica: 220 – 460 V </p>	

	<p>Partes Principales</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Cabezal Superior Fijo 2.- Piñón Fijador 3.- Columnas 4.- Tornillos de Tracción 5.- Cabezal Inferior Ajustable 6.- Piñón Fijador 7.- Mesa de Pesaje 8.- Indicador de Carga 9.- Conjunto Perillas Selector de Carga- Ajustadores de Cero 10.- Botoneras de Arranque y Parada 11.- Botoneras de Elevación y Descenso del Cabezal Inferior 12.- Rueda manual de Descarga 13.- Rueda Manual de Carga 14.- Motor del cabezal Inferior 15.- Motor del conjunto Hidráulico 16.- Reservorio 17.- Bomba 18.- Banda
---	--

Fuente: Autor

4.2.2 Ficha de diagrama de procesos. Se describe los pasos básicos en un diagrama de flujo, la descripción detallada de cada paso, el control que se debe llevar en cada procedimiento y la seguridad durante la puesta en funcionamiento del equipo.








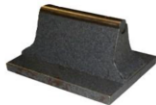
Figura 32. Ficha de diagrama de procesos.



Fuente: Manual de Resistencia de Materiales

4.2.3 Ficha de accesorios. Describe las características principales de los accesorios del equipo o máquina.

Figura 33. Ficha de accesorios

 		<h1>MÁQUINA UNIVERSAL</h1>	
Versión: 2013		ACCESORIOS	
		LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES	
#	Nombre	Característica o Sub - elementos	Equipo
01	Deformímetro Digital	<p> Marca: MITUTOYO Código Número: 543-250 Modelo: ID-C112 Serial Número: 43344 Inventario: 54269 Cuenta: 141.01.04.45.557 </p> <p>Es un instrumento utilizado en los ensayos de tracción cuya longitud máxima es 200 mm y longitud mínima es 100 mm.</p>	
02	Apoyo	<p> Capacidad: 7 500 Kg Inventario: 13707 Cuenta: 141.01.04.45.632 </p> <p>Es utilizado para los ensayos de deformación en frío con muesca y sin muesca.</p>	
03	Aplicador de Carga con Resorte	<p> Capacidad: 150 000 Kg Inventario: 13584 Cuenta: 141.01.04.45.312 </p> <p>El aplicador de carga con resorte es utilizado para los ensayos de compresión.</p>	
04	Aplicador de Carga para Dureza Brinell	<p> Marca: TINIUS OLSEN Número: 121500 Capacidad: 3 000 Kg </p> <p>Es utilizado para los ensayos de dureza Brinell.</p>	
05	Aplicador de Carga para Flexión Hiperestática	<p>El aplicador de carga es utilizado para los ensayos de flexión hiperestática.</p>	
06	Aplicador de Carga para Flexión Estática	<p>El aplicador de carga es utilizado para los ensayos de flexión estática.</p>	

Fuente: Manual de Resistencia de Materiales

4.2.4 *Ficha de designación de tareas de mantenimiento.* Se designan todas las tareas de mantenimiento que deben aplicarse en los equipamientos del laboratorio.

Figura 34. Ficha de designación de tareas de mantenimiento

 	TAREAS DE MANTENIMIENTO		
	DESIGNACIÓN DE TAREAS		
	LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES		
Versión: 2013			

#	Tarea	Ide.	Superficie
01	LIMPIEZA EXTERNA	a	Pintura
		b	Mixto

#	Tarea	Ide.	Superficie
02	LIMPIEZA INTERNA	a	Metálica
		b	Circuitos

#	Tarea	Ide.	Superficie
03	INSPECCIÓN	a	Externa
		b	Interna

#	Tarea	Ide.	Tipo
04	LUBRICACIÓN O ENGRASE	a	Externo
		b	Interno

#	Tarea	Ide.	Tipo
05	AJUSTES	a	Internos
		b	Externos

#	Tarea	Ide.	Lugar
06	CONDICIONES AMBIENTALES	a	Opera
		b	Almacena

#	Tarea	Ide.	Tipo
07	PRUEBAS FUNCIONALES	a	Completa
		b	Por Partes.

#	Tarea	Ide.	Tipo
08	CORRECCIÓN DE SUPERFICIE	a	Pintura
		b	Metálica



#	Tarea	Ide.	Partes
09	CALIBRACIÓN	a	Instrumentos en General

#	Tarea	Ide.	Partes
10	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	a	Eléctricas
		b	Mecánicas
			1.Rodamientos
			2.Bandas
			3.Cadenas

Fuente: Manual de Resistencia de Materiales

4.2.5 Ficha de tarea de mantenimiento. Esta ficha describe la tarea de mantenimiento a realizar, frecuencia, el tiempo estimado, las características debe tener el equipo o máquina, herramientas, materiales y equipos que serán utilizados durante la realización del mantenimiento preventivo.

Figura 35. Ficha de tarea de mantenimiento

 	LIMPIEZA EXTERNA DE SUPERFICIES PINTADAS		Tarea: 01-a	
			Frecuencia	
	TAREAS DE MANTENIMIENTO		Ejecutada Práctica	x
	LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES		Mensual	x
Versión: 2013			Semestral	x

Tiempo de Ejecución: 30 min/equipo	Máquina o Equipo	
	Apagada	x
	Encendida	

Aplica a:		
FAME-RM-BF01	FAME-RM-MG01	FAME-RM-MT01
FAME-RM-MU01	FAME-RM-PC01	FAME-RM-PC02
	FAME-RM-TL01	

HERRAMIENTAS	MATERIALES	EQUIPO
Brocha, Cepillo, Franela, Esponja.	Cera o líquido limpiador para pintura	Compresor, Aspiradora

<p align="center">PROCEDIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Encender el compresor y mediante la presión del aire que es expulsado por la boquilla proceder a limpiar el polvo o sedimentos existentes en la máquina o equipo. - Con el cepillo o una brocha retirar el polvo o sedimentos que se encuentren adheridos al equipo o máquina. - Mojar la franela con agua de modo que su estado sea semi húmeda y limpiar todas las partes del equipo o máquina; recoger en la franela todos los restos de polvo o sedimentos que fueron desplazados con las herramientas anteriormente detalladas. - Para mejorar el aspecto del equipo, colocar en la esponja una pequeña cantidad ya sea de cera o de líquido limpiador, aplicándolo a este formando pequeños círculos, la cera no será aplicada en vidrios ni en acrílicos. - Retirar lo aplicado con una franela seca. - Al no lograr el aspecto requerido, repetir los dos puntos anteriores hasta obtener el aspecto deseado. - Las franelas usadas para retirar polvos, cera o líquido limpiador deben ser lavadas para un próximo uso; la limpieza del piso del laboratorio debe ser ejecutado con anterioridad, ya que las partículas de polvo que se levantan durante esta operación, y reposan nuevamente sobre los equipos, máquinas e instrumentos presentes en el laboratorio.

<p align="center">OBSERVACIONES</p> <p>Al realizar la limpieza de los equipos, máquinas e instrumentos se debe tapar con un protector para evitar que nuevamente se impregnen partículas de polvo.</p>

Fuente: Manual de Resistencia de Materiales

4.2.6 Fichas auxiliares de mantenimiento. Las fichas auxiliares de mantenimiento son de gran ayuda ya que en determinados casos se describe como realizar el montaje y desmontaje de un determinado elemento, también describen las anomalías, posibles causas y las posibles soluciones que se puede prestar para que el equipo pueda retomar su funcionamiento normal.




Figura 36. Fichas auxiliares de mantenimiento

CUADRO SINÓPTICO: HERRAMIENTAS Y PROCEDIMIENTOS PARA EL DESMONTAJE DE RODAMIENTOS	
TABLAS	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES	
Versión: 2013	

Fuente: Manual de Resistencia de Materiales

4.2.7 Ficha de registro. En esta ficha se llevará el registro anual de todas las tareas de mantenimiento que se realizarán a los distintos equipos, máquinas e instrumentos.

Figura 37. Ficha de registro

		PLAN ANUAL FAME-RM-MU01	
Versión: 2013		FICHA DE REGISTRO LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES	

Año: 2013												
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tarea	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	EP
01-a													
01-b													
02-a													
02-b													
03-a													
03-b													
04-a													
04-b													
05-a													
05-b													
06-a													
06-b													
07-a													
07-b													
09-a													

08-a	Parte(s) afectada(s)		Fecha:		Firma:	
08-b	Parte(s) afectada(s)		Fecha:		Firma:	

Leyenda EP Ejecutada la práctica. 01-a Limpieza Externa de Superficies Pintadas 01-b Limpieza Externa de Superficies Mixtas 02-a Limpieza Interna de Superficies Metálicas 02-b Limpieza Interna de Superficies Con Circuitos 03-a Inspección Externa 03-b Inspección Interna 04-a Lubricación o Engrase Externo 04-b Lubricación o Engrase Interno	N/A No se Aplica 05-a Ajustes Internos 05-b Ajustes Externos 06-a Condiciones Ambientales lugar de Operación 06-b Condiciones Ambientales lugar de Almacenamiento 07-a Pruebas Funcionales Completa 07-b Pruebas Funcionales Por Partes 08-a Corrección de superficie tipo pintura 08-b Corrección de superficie tipo metálica 09-a Calibración de Instrumentos en General
--	---

Reemplazo de partes M (Mecánicas) – E (Eléctricas)						
M	Elemento y ubicación:		Fecha:		Firma:	
E						
M	Elemento y ubicación:		Fecha:		Firma:	
E						
M	Elemento y ubicación:		Fecha:		Firma:	
E						
M	Elemento y ubicación:		Fecha:		Firma:	
E						


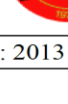
Control	Ene.		Feb.		Mar.		Abr.		May.		Jun.	
	Jul.		Ago.		Sep.		Oct.		Nov.		Dic.	

Observaciones:

Fuente: Manual de Resistencia de Materiales

4.2.8 *Ficha de herramientas.* En esta ficha se llevará un control de todas las herramientas que se han utilizado durante el mantenimiento de los equipamientos del laboratorio.

Figura 38. Ficha de herramientas

 Versión: 2013		<h1 style="margin: 0;">HERRAMIENTAS</h1> <hr/> <p style="margin: 0;">FICHA DE REGISTRO</p> <p style="margin: 0;">LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES</p>
		<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 5px;">Año: 2013</div>

Cantidad	Nombre	Características

Firmas	
--------	--

Fuente: Manual de Resistencia de Materiales

4.2.9 Ficha de historial de averías. En esta ficha se registrará las averías que ha sufrido el equipo.

Figura 39. Ficha de historial de averías

 	HISTORIAL DE AVERÍAS	Equipo: Máquina Universal
	LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES	Código: FAME-RM-MU01
Versión: 2013	Inventario:13581	Ficha: 1 - 1
		Ubicación: Escuela Ing. Mecánica

Nota: En la siguiente ficha existe cuatro recuadros con los meses en forma vertical para la selección por año, cada uno para una avería, en caso de faltar espacio se puede colocar en observaciones la respectiva información, cabe recalcar que esta ficha servirá para tomar las respectivas precauciones a fin de evitar la misma o similar falla.

Observaciones		

Parte averiada y actividad realizada											
2010		2011		2012		2013		2014			
1		1		1		1		1			
2		2		2		2		2			
3		3		3		3		3			
4		4		4		4		4			
5		5		5		5		5			
6		6		6		6		6			
7		7		7		7		7			
8		8		8		8		8			
9		9		9		9		9			
10		10		10		10		10			
11		11		11		11		11			
12		12		12		12		12			
1		1		1		1		1			
2		2		2		2		2			
3		3		3		3		3			
4		4		4		4		4			
5		5		5		5		5			
6		6		6		6		6			
7		7		7		7		7			
8		8		8		8		8			
9		9		9		9		9			
10		10		10		10		10			
11		11		11		11		11			
12		12		12		12		12			
1		1		1		1		1			
2		2		2		2		2			
3		3		3		3		3			
4		4		4		4		4			
5		5		5		5		5			
6		6		6		6		6			
7		7		7		7		7			
8		8		8		8		8			
9		9		9		9		9			
10		10		10		10		10			
11		11		11		11		11			
12		12		12		12		12			
1		1		1		1		1			
2		2		2		2		2			
3		3		3		3		3			
4		4		4		4		4			
5		5		5		5		5			
6		6		6		6		6			
7		7		7		7		7			
8		8		8		8		8			
9		9		9		9		9			
10		10		10		10		10			
11		11		11		11		11			
12		12		12		12		12			

Fuente: Manual de Resistencia de Materiales

4.2.10 *Ficha de repuestos usados en reparaciones.* En esta ficha se registra todos los repuestos que se han utilizado durante la reparación de un determinado equipo.

Figura 40. Ficha de repuestos usados en reparaciones



[illegible]

Fuente: Manual de Resistencia de Materiales

4.2.11 Fichas adicionales. Una vez que se ha gestionado el mantenimiento de una forma adecuada se puede recomendar las siguientes fichas.

- La ficha de orden de trabajo que especifica todos los parámetros necesarios para el desempeño adecuado de mantenimiento.

Figura 41. Ficha de orden de trabajo

 		ORDEN DE TRABAJO		No.	
Versión: 2013					
Área que solicita:					
Prioridad	Normal		Importante		Urgente
Referencias:					
Ubicación técnica		Equipo		Parte principal	
Fecha de iniciación				Fecha de terminación	
Tipo de actividad					
Programado				Predictivo	
Correctivo				Emergencia	
Solicita			Ejecuta		
Descripción del trabajo:					
Datos adicionales:					
Materiales	Cantidad	Repuestos	Cantidad	Herramientas	Cantidad
Personal requerido					
Eléctrico		Electrónico		Mecánico	
Observaciones generales:			Observaciones de seguridad:		
Emite		Aprueba		Cierra	
Nombre:		Nombre:		Nombre:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	
Firma		Firma		Firma	



Fuente: Autor

- [illegible]

-74-

- La ficha de solicitud de compra, donde se llevará un registro de la cantidad de repuestos, accesorios, precio unitario y total de los objetos adquiridos.



Figura 43. Ficha de solicitud de compra

 		SOLICITUD DE COMPRA		No.
Versión: 2013				
Área que solicita:				
Ítems Solicitados				
Descripción técnica	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
Total:				
Observaciones generales:				
Solicita	Aprueba	Autoriza		
Nombre:	Nombre:	Nombre:		
Fecha:	Fecha:	Fecha:		
Firma	Firma	Firma		

Fuente: Autor

- La ficha de solicitud de servicio externo de mantenimiento, cuando sea necesario que personas calificadas presten los servicios adecuados a equipos especiales.

Figura 44. Ficha de solicitud de servicio externo de mantenimiento

 		SOLICITUD DE SERVICIO EXTERNO DE MANTENIMIENTO		No.
Versión: 2013				
Área que solicita:				
Solicitante		Empresa recomendada		
Ubicación técnica		Costo proforma		
Equipo o máquina		Caducidad proforma		
Tipo de actividad o mantenimiento		Prioridad		
Programado		Normal	Importante	Urgente
Correctivo				
Predictivo		Fecha de inicio deseada		
Emergencia		Fecha de entrega deseada		
Servicio solicitado				
Parte principal	Servicio	Descripción del servicio		
Observaciones generales:				
Emite		Aprueba		
Nombre:		Nombre:		
Fecha:		Fecha:		
Firma		Firma		

Fuente: Autor

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se diseñó e implementó un manual de operación y mantenimiento para los laboratorios de Resistencia de Materiales, Metalografía, Ensayos no Destructivos y Tratamientos Térmicos, que servirá de punto de partida para el mantenimiento de cada laboratorio y que se irá perfeccionando con el transcurrir del tiempo.

Se identificó el estado actual de equipos, máquinas e instrumentos; muchos de los cuales han cumplido su vida útil y se requiere una pronta implementación o por lo menos una repotenciación.

Se redactó fichas de cada equipo, máquina e instrumento que contiene sus características técnicas, partes principales, operación, control, seguridad, historial de averías, registros, ubicación con una foto actualizada de modo que se pueda identificar sin lugar a equivocaciones, el tipo de equipo que se está considerando.

Se estableció las tareas de mantenimiento en general y en particular sobre cada unidad, de esta manera se pretende su pronta puesta en práctica para alargar la vida útil de máquinas, equipos e instrumentos presentes en los laboratorios.

Se codificó a cada equipo, máquina e instrumento de forma uniforme respecto a los distintos laboratorios y talleres de la Facultad de Mecánica, evitando que algunos códigos puedan repetirse.

Se implementó los manuales de operación de cada equipo, máquina e instrumento, reduciendo de una manera drástica la falta de información de operación de determinado equipamiento, con lo cual se evitará accidentes por mala operación.

5.2 Recomendaciones

Realizar un recambio o repotenciación de equipos, máquinas e instrumentos, ya que en algunos casos superan los veinte o treinta años de vida útil.

Conformar un departamento de mantenimiento en la Facultad de Mecánica; cuyos integrantes sean previamente y continuamente capacitados para las labores de mantenimiento de cada uno de los implementos presentes en los laboratorios.

Contar con un departamento de adquisiciones ágil, que provea de los repuestos necesarios para cada laboratorio de la Facultad de Mecánica.

Determinar en base a la experiencia adquirida por los responsables de turno las necesidades de repuestos e insumos por lo menos para los próximos cinco años.

BIBLIOGRAFÍA

BRATU, N. 1995. Instalaciones Eléctricas-Conceptos Básicos y Diseño. Distrito Federal- México : ALFAOMEGA, 1995.

CUADRADO, E. 2000. *Mantenimiento Industrial*. Riobamba : s.n., 2000.

Depósito de documentos de la FAO. 2013. fao.org. [En línea] Departamento de Agricultura, 2013. [Citado el: 15 de 10 de 2013.] <http://www.fao.org/docrep/t0845s/t0845s06.htm>.

FMRN-CRS-IMG. 2010. Servicio de Ingeniería Clínica. *Programa de gestión y mantenimiento para equipamiento médico, equipos básicos e instalaciones especiales*. [En línea] 2010. [Citado el: 12 de 11 de 2013.] <http://www.bioingeniería.edu.ar/grupos/geic/biblioteca/archivos/Trabypres/T10EPAr55.pdf>.

HERNÁNDEZ, S.R. y FERNÁNDEZ, C.C. y BAPTISTA, L.P. 2010. Metodología de la Investigación 5ta Edición. [aut. libro] S.R. Hernández y C.C. y Baptista, L.P. Fernández. México D.F. : Mc. Graw Hill, 2010.

UNIGUAJIRA. 2010. Manual de Higiene, Seguridad y Manejo de Residuos. [En línea] 2010. [Citado el: 25 de 10 de 2013.] http://web.uniguajira.edu.co/unigua/hermesoft/portal/home_1/rec/arc_2629.pdf.

UTM. 2004. Gestión del Mantenimiento. [En línea] 2004. [Citado el: 2 de 11 de 2013.] <http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20CIENCIAS%20MATEM%C3%81TICAS%20F%C3%8DSICAS%20Y%20QU%C3%8DMICAS/INGENIER%C3%8DA%20INDUSTRIAL/09/MANTENIMIENTO%20INDUSTRIAL/18358130-Libro-de-Mantenimiento-Industrial.pdf>.